COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUARANTE-NEUVIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1909.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1909

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 5 JUILLET 1909.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles trialcoylacétophénones et sur les acides trialcoylacétiques qui en dérivent.* Note de MM. **A. Haller** et **Édouard Bauer.**

Dans nos Communications précédentes [1] nous avons montré que les quelques trialcoylacétophénones, préparées par notre procédé, se scindent nettement en benzine et amides des acides trialcoylacétiques suivant l'équation

$$\text{(I)} \qquad C^6H^5COC\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases} \rightarrow C^6H^6 + H^2N - CO - C\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases}$$

Il était intéressant de s'assurer si, la cétone s'alourdissant suffisamment du côté aliphatique, la scission se produirait encore dans le même sens ou dans le sens suivant :

$$\text{(II)} \qquad C^6H^5COC\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases} \rightarrow C^6H^5 - CONH^2 + CH\begin{cases}R_1\\R_2\\R_3\end{cases}$$

Le fait d'avoir pu isoler, dans certaines des réactions précédemment étudiées, des traces d'acide benzoïque, laissait le champ libre à l'hypothèse.

Nous montrerons dans le présent travail que, quel que soit le poids moléculaire des radicaux R, la scission se fait toujours suivant l'équation (I) et que, par suite, le mode de dédoublement de ces cétones est indépendant du

---

[1] A. Haller et Édouard Bauer, *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 70 et 127.

poids moléculaire des groupes voisins du radical CO et tient exclusivement à la nature de ces groupes.

Il a d'ailleurs été montré déjà que, si certaines xylylphénylcétones se scindent en majeure partie en acide benzoïque et xylène, la β-naphtylphénylcétone se dédouble presque exclusivement en benzène et amide naphtoïque.

Isopropyldiméthylacétophénone. — Cette cétone a été préparée suivant la méthode décrite ([1]), en faisant bouillir, au sein du benzène et du toluène, de l'isopropylphénylcétone, sodée avec de l'amidure en présence de l'iodure d'isopropyle :

$$C^6H^5CO\,C\!\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ Na\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix} + CH^3-CHI-CH^3 = NaI + C^6H^5-CO-C\!\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -CH\left\langle\begin{smallmatrix}CH^3\\ CH^3\end{smallmatrix}\right.\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$$

L'opération dure environ 8 heures et donne un rendement de 50 pour 100 en la cétone cherchée quand on opère dans un milieu benzénique, tandis que ce rendement s'élève à 80 pour 100 au sein du toluène.

L'isopropyldiméthylacétophénone constitue un liquide mobile à odeur assez agréable et distillant à 125°-126° sous 11^{mm}.

Son oxime, obtenue en chauffant sa solution alcoolique, pendant quelques heures, avec du chlorozincate d'hydroxylamine, cristallise au sein de l'alcool en aiguilles blanches fondant à 152°-153°.

L'*amide isopropyldiméthylacétique* $\begin{smallmatrix}CH^3\\ CH^3\end{smallmatrix}\!\!>\!CH-C\!\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -CONH^2\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$ prend naissance en faisant bouillir, pendant 6 à 8 heures, la cétone avec la quantité théorique d'amidure de sodium et de la benzine. On traite ensuite par de l'eau, on distille le carbure, et l'on fait cristalliser le résidu.

Paillettes nacrées, peu solubles dans l'éther de pétrole et fondant à 133°-134°. Saponifiée en solution sulfurique par le nitrite de soude, ou les cristaux des chambres de plomb, cette amide fournit, avec des rendements presque quantitatifs :

L'*acide triméthylbutyrique* 2.2.3 ou *isopropyldiméthylacétique*

$$\begin{smallmatrix}CH^3\\ CH^3\end{smallmatrix}\!\!>\!CH\,C\!\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -COOH.\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$$

([1]) Pauline Lucas, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVII, 1909, p. 127.

Huile distillant à 104°-105° sous 13mm et se prenant par refroidissement en une masse cristalline fondant à 50°. Dissoute dans l'éther de pétrole, elle y cristallise, quand on refroidit la solution à 0°, en cristaux rappelant ceux du camphre.

Dans le but de préparer une molécule dans laquelle le groupement aliphatique fût encore plus lourd que celui de l'isopropyldiméthylacétophénone, nous nous sommes adressés au laurylbenzène et aux benzylacétophénones substitués.

Laurylbenzène ou *undécylphénylcétone* $C^6H^5 - CO(CH^2)^{10} - CH^3$. — Obtenue par l'action du chlorure de lauryle sur le benzène, en présence du chlorure d'aluminium, cette cétone se présente sous la forme d'une masse cristalline à odeur rappelant un peu celle de l'orange, fondant à 45° et distillant à 201°-202° sous 9mm.

Avec cette undécylphénylcétone nous avons préparé, toujours en suivant le même processus, d'abord une *monométhylundécylphénylcétone*

$$C^6H^5 - COCH\begin{cases} CH^3 \\ (CH^2)^9CH^3, \end{cases}$$

liquide passant de 199° à 200° sous 9mm à 10mm, puis une *diméthylundécylphénylcétone* $C^6H^5 - COC\begin{cases} CH^3 \\ (CH^2)9CH^3 \\ CH^3 \end{cases}$. La dernière méthylation a été effectuée au sein du toluène, tandis que la première a été faite en milieu benzénique.

Cette *diméthylundécylphénylcétone* ou *diméthyldécylacétophénone* constitue une huile presque inodore et ne cristallisant pas, même à − 10°. Elle bout à 198°-199° sous 9mm.

Chauffée pendant 6 à 8 heures, en solution benzénique avec de l'amidure de sodium finement pulvérisé, cette cétone fournit l'*amide de l'acide diméthyllaurique* 2.2 $C^{10}H^{21} - C\begin{cases} CH^3 \\ CONH^2 \\ CH^3 \end{cases}$ qui, cristallisée au sein de la benzine, constitue des écailles nacrées, onctueuses au toucher et très légères qui fondent à 95°-96°.

L'*acide diméthyllaurique* 2.2 prend naissance quand on traite une solution de l'amide dans l'acide sulfurique à 0° par des cristaux des chambres de plomb ou par du nitrite de soude. L'emploi de ce dernier réactif donne les meilleurs résultats.

Cet acide distille à 184° sous 12mm en fournissant une masse cristalline fondant à + 27°. Il est isomère avec l'acide myristique qui fond à 11°.

Benzylacétophénones. — M. Claisen [1] a déjà obtenu la monobenzylacétophénone en faisant réagir du chlorure de benzyle sur l'acétophénone, sodée au moyen de l'amidure. La dibenzylacétophénone a été d'autre part préparée par M. Nef [2] dans l'action du même chlorure sur l'acétophénone en présence de l'alcoolate de sodium.

Quand on fait agir, au sein de l'éther, du chlorure de benzyle sur l'acétophénone préalablement chauffée avec de l'amidure, on remarque une réaction immédiate avec dépôt de chlorure de sodium. En décomposant le produit de réaction par de l'eau, chassant l'éther et distillant le résidu, on obtient : 1° une fraction passant vers 100° sous 12mm et renfermant l'acétophénone qui n'est pas entrée en réaction; 2° une portion distillant de 175° à 190° sous 11mm, et enfin un produit distillant de 245° à 260° sous la même pression.

Il ne reste pour ainsi dire aucun résidu.

Les deux dernières fractions ne tardent pas à se prendre en masse, la première en fournissant la monobenzylacétophénone $C^6H^5CO.CH^2.CH^2C^6H^5$ fondant à 72°-73°, et la dernière en donnant de la dibenzylacétophénone $C^6H^5.CO.CH\langle{}^{CH^2C^6H^5}_{CH^2C^6H^5}$ qui fond à 78°.

Ces deux cétones nous ont servi à préparer des produits de substitution plus avancés. En méthylant la monobenzylacétophénone, toujours dans les conditions précitées, on obtient d'abord un liquide bouillant à 184°-186° sous 11mm constitué par de la *monométhylbenzylacétophénone* $C^6H^5.CO.CH\langle{}^{CH^3}_{CH^2C^6H^5}$ qui retraitée, au sein du toluène, d'abord par de l'amidure de sodium, puis par de l'iodure de méthyle, a finalement fourni la *diméthylbenzylacétophénone* $C^6H^5.CO.C{\equiv}(CH^3)(CH^2C^6H^5)(CH^3)$, huile distillant de 180° à 185° sous 11mm et ne cristallisant pas.

Son oxime, purifiée au sein de la benzine, constitue de petites aiguilles fondant à 191°.

Chauffée en milieu benzénique avec de l'amidure de sodium, la cétone

(1) Claisen, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXVIII, p. 698.
(2) Nef, *Ann. der Chemie*, t. CCCX, p. 322.

prend une coloration d'un rouge foncé, surtout quand l'ébullition dure trop longtemps. On arrête donc la réaction au bout de 3 heures et l'on ajoute quelques gouttes d'eau. Il se produit un dégagement d'ammoniaque, puis, brusquement, le contenu du ballon se prend en masse pour se liquéfier par une nouvelle addition d'eau. Après décantation et distillation de la benzine, on obtient un résidu qui cristallise. On purifie le produit en le redissolvant dans le benzène et ajoutant à la solution de l'éther de pétrole.

L'*amide de l'acide benzyldiméthylacétique* $C^6H^5.CH^2-C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ -CONH^2\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$ se présente sous la forme de petites aiguilles fondant à 62°-63°.

Acide diméthylbenzylacétique $C^6H^5.CH^2.C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ -COOH\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$ ou *α-diméthylhydrocinnamique*. — Quand on soumet l'amide à l'action de l'acide sulfurique et du nitrite de sodium, même à une température de 0°, il se produit toujours une coloration rouge sang, qui disparaît vers la fin de la réaction, et l'on obtient, après un traitement approprié, au lieu d'un acide unique, deux acides constitués, l'un par le produit cherché : l'acide benzyldiméthylacétique, et l'autre par un dérivé mononitré de cet acide.

Les résultats ont été beaucoup plus satisfaisants en opérant avec de l'acide chlorhydrique concentré, dans lequel l'amide se dissout facilement, et ajoutant à la liqueur la quantité théorique d'azotite de soude tout en maintenant la température vers 0°. Il se dégage de l'azote, et, quand l'opération est terminée, on traite par de l'éther qui dissout l'acide produit, ainsi qu'une certaine quantité d'amide non transformée. Il ne se forme pas d'acide nitré.

Isolé à l'état de pureté, l'*acide α-diméthydrocinnamique* (1) constitue une masse cristalline fondant à 57° et distillant à 172°-174° sous 19^{mm}.

Son dérivé nitré $C^{11}H^{13}NO^4$, dont nous n'avons pas encore élucidé la

(1) Sous le nom d'*éther benzylique de l'acide diméthylbenzylacétique*, M. Hodgkinson (*Ann. Chem.*, t. CCI, 1880, p. 171) a décrit un produit obtenu en faisant agir du sodium sur l'isobutyrate de benzyle. C'est un liquide distillant à 280°-285° et que l'auteur n'a pas réussi à saponifier sans décomposition de la molécule en acide benzoïque, acide isobutyrique et toluène. Un fait frappant, c'est le point d'ébullition relativement bas de cet éther : 280° à la pression ordinaire, alors que l'acide distille à 172°-174° sous 19^{mm}.

constitution, se présente sous la forme de cristaux jaunes fondant à 134°, distillant entre 220°-230° sous 20^{mm} et peu solubles dans l'éther de pétrole.

La diméthylbenzylacétophénone a encore été préparée en faisant agir sur l'isopropylphénylcétone sodée du chlorure de benzyle. Le produit obtenu présentait tous les caractères de la cétone obtenue par le procédé décrit plus haut. Chauffé avec l'amidure de sodium, il fournit l'amide de l'acide benzyldiméthylacétique avec toutes ses propriétés.

Méthyldibenzylacétophénone $C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3 \\ CH^2C^6H^5 \\ CH^3C^6H^5\end{cases}$. — L'amidure de sodium, en réagissant sur la dibenzylacétophénone au sein du benzène, semble s'y dissoudre, sans toutefois donner lieu à un dégagement d'ammoniac. Si l'on substitue au benzène comme dissolvant le xylène, on observe nettement un départ d'ammoniac. Quand les $\frac{4}{5}$ de la base se sont dégagés, on ajoute l'iodure de méthyle et l'on chauffe pendant 6 à 7 heures.

Après refroidissement et traitement habituel, on obtient finalement un produit qui distille à 255°-257° et qui est constitué par la cétone cherchée.

La méthyldibenzylacétophénone cristallise au sein de l'alcool en cristaux prismatiques fondant à 61°.

Chauffée au sein du toluène avec de l'amidure de sodium, elle fournit l'*amide de l'acide dibenzylméthylacétique* $(C^6H^5CH^2)^2C\begin{cases}CH^3 \\ CONH^2\end{cases}$, composé cristallisant en milieu alcoolique en gros prismes fondant à 149°.

Nous n'avons, jusqu'à présent, pas réussi à transformer cet amide en acide. Son insolubilité dans l'acide chlorhydrique s'oppose à l'emploi de la réaction qui nous a servi pour la transformation de la diméthylbenzylacétamide en acide correspondant.

En résumé, ces recherches montrent : 1° que, grâce à l'amidure du sodium, on peut substituer à l'hydrogène de l'acétophénone les radicaux alcooliques les plus lourds; 2° que, quels que soient ces radicaux, la rupture des cétones trialcoylées au moyen de l'amidure de sodium se fait toujours dans le sens de la formation des amides des acides trialcoylacétiques.

Nous continuons, dans notre laboratoire, l'étude de cette réaction, ainsi que celle des amides trialcoylacétiques.

GÉOLOGIE. — *Sur les relations tectoniques de l'île d'Elbe avec la Corse et sur la situation de celle-ci dans la chaîne alpine.* Note de M. **Pierre Termier**.

J'ai établi dans une Communication récente (¹) que l'île d'Elbe est un *pays de nappes*, et que l'on y compte trois nappes superposées. La nappe profonde est faite de granite, de gneiss, de micaschistes et d'une série sédimentaire très incomplète, où il y a du Trias, et de l'Éocène mélangé d'intrusions microgranitiques et dépourvu de roches vertes (sauf à l'extrémité occidentale de l'île). La nappe intermédiaire est faite de *Schistes lustrés* (avec roches vertes) identiques à ceux de la Corse. La nappe supérieure est formée d'une série sédimentaire qui commence au Silurien, comprend du Carbonifère, du Permien, du Trias, de l'Infralias et du Lias, et se termine par un Éocène différent de celui de la nappe profonde, un Éocène totalement dépourvu d'intrusions microgranitiques et très riche, par contre, en roches vertes.

D'autre part, nous avons, M. Eugène Maury et moi (²), démontré l'année dernière que la Corse orientale est également un *pays de nappes*. Là, ce sont les Schistes lustrés et leurs roches vertes qui forment la nappe profonde. Sur cette nappe profonde vient une autre nappe dont la base est une lame de granite écrasé, et qui, pour le surplus, est faite de lambeaux de Houiller, de Permien et de Trias, d'Infralias et de Lias, et enfin d'un Éocène où les roches vertes abondent. M. Maury a montré, il y a quelques semaines (³), que cette nappe supérieure est double et qu'elle renferme, près de Corte, deux lames de granite écrasé, séparées par de l'Éocène.

Le moment est venu de discuter la question des rapports tectoniques de l'île d'Elbe et de la Corse. Sont-ce les nappes de Corse qui, prolongées vers l'orient, forment l'île d'Elbe? Ou bien y a-t-il, entre la Corse et l'île d'Elbe, caché par les eaux, un *pays de racines* dont les plis se sont déversés dans deux directions différentes : les plis occidentaux vers la Corse, les plis orientaux vers l'île d'Elbe et l'Apennin? En d'autres termes, la Corse appartient-elle aux vraies Alpes, c'est-à-dire à cette partie de la grande chaîne tertiaire où les plis se sont couchés et ont cheminé du sud vers le nord et de l'est

(¹) P. Termier, *Comptes rendus,* t. CXLVIII, p. 1648-1652.
(²) P. Termier et E. Maury, *Comptes rendus,* t. CXLVI, p. 1426.
(³) E. Maury, *Comptes rendus,* t. CXLVIII, p. 1481.

vers l'ouest? ou bien appartient-elle à l'Apennin, où le sens de la translation superficielle paraît avoir été contraire? La question est importante, comme on le voit, et intéresse toute la géologie alpine et toute l'histoire récente de la Méditerranée occidentale.

J'ai dit ailleurs que cette question ne pouvait pas être résolue par la seule étude des nappes corses. L'étude des nappes corses apportait une présomption très forte en faveur de la *solution apennine*, en faveur du rattachement de la Corse à l'Apennin; mais il n'y avait pas de certitude. C'est pour cela que j'ai entrepris la revision de la tectonique elbaine.

La nappe profonde de l'île d'Elbe n'a pas son équivalent en Corse. Ce qui apparaît en Corse sous les Schistes lustrés, c'est un granite laminé (*protogine* des auteurs) qui ne diffère point, lithologiquement parlant, du granite écrasé de la nappe supérieure (¹). Mais, dans les deux îles, l'Éocène superposé à la nappe de Schistes lustrés présente les mêmes faciès et la même abondance de roches vertes, et les mêmes types de roches vertes; et cette identité est telle qu'elle apporte le supplément de démonstration qui manquait.

La nappe supérieure de l'île d'Elbe n'est autre chose que le prolongement oriental de la nappe supérieure de Corse. Cette nappe, formée, en Corse, de granite écrasé, de débris de terrains primaires, de Trias et de Lias *à faciès quasi briançonnais*, perd peu à peu, en avançant vers l'est, sa lame granitique de base, et modifie graduellement sa composition. Le Silurien y apparaît. Le caractère *briançonnais* du Secondaire s'efface à peu près complètement. Mais l'Éocène y demeure invariable, avec les mêmes schistes, les mêmes grès, les mêmes jaspes, les mêmes calcaires blancs, les mêmes serpentines, les mêmes euphotides et les mêmes diabases.

La Corse appartient donc à l'Apennin, et l'île d'Elbe n'est plus, entre les nappes corses et les nappes apennines, qu'un trait d'union. C'est, très exactement, la solution que M. Steinmann avait indiquée comme la plus probable quand il a proposé de regarder tout l'Apennin septentrional comme un pays de nappes (²). Du même coup, la théorie de M. Steinmann se trouve singulièrement confirmée. Ce sont, semble-t-il, les deux nappes les plus basses de l'île d'Elbe qui, se prolongeant à l'est, forment tout l'Apennin septentrional; et la nappe supérieure, la nappe de l'Éocène corse, paraît ne plus exister

---

(¹) P. Termier et J. Deprat, *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 206.

(²) G. Steinmann, *Alpen und Apennin* (*Monatsberichte der deutschen geol. Gesellsch.*, 1907, p. 177).

sur le continent. A travers les *fenêtres* de la nappe de Schistes lustrés, c'est la nappe profonde de l'île d'Elbe, avec son granite et son microgranite, et avec son Éocène très particulier, que l'on aperçoit dans l'Apennin : mais, en arrivant au continent, cette nappe profonde s'est enrichie en terrains secondaires, et c'est surtout par le Secondaire qu'elle est désormais caractérisée (Alpes apuennes).

On comprend dès lors que l'Éocène de la nappe profonde elbaine (e^5 et e^6 de M. Lotti), totalement dépourvu de roches vertes dans la région centrale et dans la région orientale de l'île, contienne des roches vertes dans la région occidentale, sur le pourtour du Monte Capanne. Si l'on replaçait par la pensée dans leur situation originelle les terrains des trois nappes elbaines, on verrait l'Éocène, de l'est à l'ouest : d'abord non métamorphique, et très mêlé d'intrusions microgranitiques; puis contenant à la fois des microgranites et des roches vertes; puis riche en roches vertes *et profondément métamorphique* (faciès Schistes lustrés); enfin, de nouveau non métamorphique, et toujours très chargé de roches vertes (faciès corse).

Revenons à la Corse et, nous appuyant sur les dernières observations de M. Maury [1], précisons la structure de cette île. Sur le bord oriental de la région cristalline, on voit, entre Castirla et Castiglione, les Schistes lustrés s'enfoncer sous le granite, et le granite écrasé de la nappe supérieure se relier au granite normal de la haute chaîne corse. Les Schistes lustrés se prolongent donc à l'ouest, *en profondeur, sous* cette haute chaîne; mais il est certain qu'ils ne vont pas bien loin vers l'ouest, puisque le granite qui apparaît *sous* ces Schistes dans la région du Tenda ne diffère pas, lithologiquement, du granite qui est *dessus*.

Le bord occidental de la zone des Schistes lustrés, de la zone que j'ai appelée *zone axiale* des Alpes, de la *zone lépontine* de M. Steinmann, est ainsi caché sous la Corse granitique, et probablement sous la ligne des plus hauts sommets de l'île. La Corse granitique, origine de la nappe supérieure, correspond, stratigraphiquement, à la zone située immédiatement à l'ouest de la zone des Schistes lustrés, c'est-à-dire à la zone du Briançonnais : et l'on s'explique dès lors le faciès quasi briançonnais du Secondaire corse. La Corse granitique, qui, dans sa partie occidentale, a tous les caractères d'un *pays autochtone,* d'un *pays de racines,* confine certainement à l'ouest à la bande autochtone, malheureusement effondrée et désormais invisible, qui sépare le régime alpin du régime apennin.

---

(1) E. Maury, *loc. cit.,* p. 1481.

Cette bande autochtone, que l'on peut assimiler à un axe d'éventail, et qui est l'axe *tectonique* de la grande chaîne tertiaire, l'axe des Alpes en prenant le mot *Alpes* dans son sens général, cette bande, dis-je, est oblique sur la direction des zones stratigraphiques. En Piémont, elle paraît être en pleine zone des Schistes lustrés; et c'est pourquoi j'ai longtemps cru qu'elle se prolongeait à l'est de la Corse et à l'est de la Sardaigne (¹). Mais elle s'infléchit vers l'ouest à partir de la Ligurie et pénètre dans la zone stratigraphique dite *briançonnaise*. C'est sous la mer, et un peu à l'ouest des côtes de Corse, qu'elle continue sa marche vers le sud-ouest. Le problème tectonique alpin se trouve maintenant déplacé; et la question des Baléares, de la Sierra-Nevada et du Rif marocain est dorénavant à l'ordre du jour.

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Le nouveau Recueil des nivellements des chemins de fer de Russie comme base d'hypsométrie du pays.* Par M. J. de Schokalsky.

L'hypsométrie actuelle de la Russie d'Europe s'appuie sur les travaux de mon prédécesseur, maître et ami, le général A. de Tillo. Sa Carte fut basée sur 51385 points dont les hauteurs furent connues à ce temps. Une des bases principales de son travail fut le recueil de nivellements des chemins de fer, fait par lui, qui englobait 23742 verstes de lignes ferrées. Actuellement ils ont atteint 45000 verstes de développement et le réseau s'est surtout augmenté dans la Russie d'Europe où de grands espaces presque sans données précises sur des hauteurs du pays furent dernièrement coupés par de nouvelles lignes. Le nouveau recueil de nivellements s'imposait donc comme travail préparatoire à la construction d'une nouvelle Carte hypsométrique.

Nous l'avons commencé par des nivellements de raccordement entre les lignes elles-mêmes et les repères de hauteur connue, moyen unique pour débrouiller l'enchevêtrement des nivellements des lignes indépendantes qui portent des zéros différents. Plus de 200 nivellements de raccordements furent faits par nous et, grâce à ce travail, nous publions à ce moment un nouveau recueil de nivellements où chaque ligne de chemin de fer a sa cote la ramenant au zéro unique.

(¹) P. Termier, *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. VII, p. 421.

Dans le travail précédent de M. le général de Tillo, l'erreur probable des résultats pour la partie ouest du réseau allait jusqu'à ± 1 sagène. Grâce aux travaux sur le terrain mentionnés plus haut, nous sommes arrivés à un résultat plus précis et, pour cette partie du réseau, l'erreur probable chez nous ne dépasse pas ± 0,3 sagène (± 0^m,6).

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *L'Asie centrale russe et le niveau de ses bassins lacustres*. Par M. J. DE SCHOKALSKY.

La question du dessèchement de l'Asie centrale est depuis peu reprise dans le monde scientifique grâce aux observations et aux études des géographes russes (MM. L. Berg, I. Ignatoff, I. Tanfilief, etc.). Ce sont eux qui ont porté l'attention des savants sur un fait qui paraissait au premier moment très inattendu : le niveau de plusieurs bassins lacustres, et des plus grands, de l'Asie centrale russe avait monté et de beaucoup. Les données que nous avons pu recueillir sur cette question nous permettent de donner les limites approximatives du territoire où chose pareille fut observée. Au Nord, c'est la ligne du chemin de fer sibérien; au Sud, c'est le parallèle de 40°; à l'Ouest, c'est le Caucase et, à l'Est, probablement le Turkestan chinois. Un des plus grands lacs du monde, l'Aral, a haussé son niveau depuis 1885 de 2^m; tous les autres lacs de la région indiquée sont aussi en crue plus ou moins marquée. Cette marche ascendante a continué jusqu'à l'été de 1908 et s'est traduite par une augmentation de la végétation dans les parties cultivées ainsi que dans les contrées sauvages du pays, surtout dans les montagnes. En étudiant la quantité de pluie tombée durant la dernière trentaine d'années, nous avons pu démontrer que pour toute cette région il y a une augmentation notable, et si l'on prend les observations de Barnoul, en Sibérie, qui possède une très longue série, on voit que la quantité d'eau tombée continue à augmenter depuis une vingtaine d'années. Malheureusement nous ne possédons que peu de données sur les glaciers de la contrée et encore ces derniers, enregistrant les faits de longue durée, ne pourraient nous donner une réponse bien claire; mais les observations sur l'enneigement des glaciers que nous possédons confirment l'augmentation de l'eau tombée dans toute cette contrée. La crue des lacs et des rivières répond plus vite à la question étudiée par nous, et les données sur les débits de deux grandes rivières du pays, l'Amou et la Syr-Daria, nous le prouvent. En 1887, la première à Tchardjuï a charrié 4509648000 sag^3, tandis

qu'en 1901, 7064064000 sag^3, presque le double. Syr-Daria à Parman-Kourgan avait un débit, en 1899, de 1502935000 sag^3 et, en 1905, 2131927000 sag^3.

Évidemment cette crue que nous observons ne peut pas durer bien longtemps et, en étudiant les données historiques et autres, quoique peu précises, qu'on possède pour cette région, on doit conclure qu'il existe alternativement des périodes sèches et humides. On ne peut pas encore les bien désigner, mais on constate qu'elles ne coïncident pas bien avec celles de M. Brückner, à qui tout de même revient l'honneur d'avoir porté l'attention sur un tel ordre d'idées.

Enfin, toutes les données recueillies par nous ne permettent pas de prédire si nous approchons de la fin de la période humide ou non; nous pouvons seulement dire que nous avons dépassé le maximum.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. J.-C. Kapteyn obtient	29	suffrages
M. A. Riccò obtient	15	»

M. J.-C. Kapteyn, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Quatre fascicules de la *Flore générale de l'Indo-Chine,* publiée sous la direction de M. H. Lecomte. (Présentés par M. Mangin.)

2° *Biologie florale,* par F. Péchoutre. (Présentée par M. Mangin.)

ASTRONOMIE. — *Occultations d'étoiles observées à l'équatorial Brünner* ($0^m,16$) *de l'Observatoire de Lyon, pendant l'éclipse de Lune du* 3 *juin.* Note ([1]) de M. J. GUILLAUME.

D'après l'état de l'atmosphère dans la journée et la soirée du 3 juin, toute observation semblait fort compromise. Mais la pluie ayant cessé, moins de 10 minutes avant l'entrée dans l'ombre, une courte éclaircie, à 12^h5^m t. m. Paris, permit de voir l'ombre qui, depuis 12 minutes d'après la *Connaissance des Temps,* envahissait le disque lunaire. De gros nuages noirs recouvrirent encore tout le ciel; néanmoins, après quelques trouées passagères, j'ai pu commencer les observations que je m'étais proposé de faire.

A cause de la forte déclinaison australe de la Lune, et de l'état atmosphérique, la définition des images était très mauvaise : le limbe lunaire, qui ondulait rapidement, présentait des dénivellations atteignant, et dépassant parfois, 10 secondes d'arc.

Voici le Tableau des occultations observées :

Étoiles.	Phénomènes.	T. m. Paris.	Remarques.
a.	Im.	$13^h.0^m.9^s,0$	Étoile en contact avec le limbe 7 secondes avant.
b.	Im.	13.15. 6,6	Perdue trop tôt : en contact avec le limbe.
c.	Im.	13.20.52,4	Étoile en contact 8 secondes avant.
d.	Im.	13.23.53,8	» 10 »
e.	Im.	13.30. 6,7	» 20 »
f.	Im.	13.32.40,7	Perdue trop tôt : en contact avec le limbe.
e.	Em.	14. 3. 9,2	Réapparition *dans* le bord lunaire; elle s'en détache 20 secondes après.
a.	Em.	14.12.54,1	Réapparition *dans* le bord lunaire; elle s'en détache 10 secondes après.
d.	Em.	14.23.13	En retard. Quand je parviens à saisir l'étoile, qui est pâle et diffuse, elle est loin du bord lunaire.

Ensuite, l'augmentation de l'éclairement du disque de la Lune a mis fin aux observations.

Vers le milieu de la totalité, la plus grande partie du disque montrait, à l'œil nu, la teinte habituelle rouge cuivre des éclipses; la partie inférieure du

([1]) Reçue dans la séance du 28 juin 1909.

disque était très sombre, presque noire, tandis que la partie supérieure présentait un croissant jaune laiton.

Vers 13^h55^m, des éclairs diffus dessinaient les contours des masses nuageuses à l'horizon sud.

Voici, d'autre part, les mesures de positions des étoiles occultées, que l'état du ciel n'a pas permis d'effectuer avant le 19 (¹). Ces observations ont été faites également dans des conditions de définition qui laissaient fort à désirer : images instables et affaiblies par de la brume. Elles sont corrigées de la réfraction.

Étoiles.	Δα.	Δδ.	Nombre de pointés.
$f-A$	$-1^m.14^s,65$	$-3'.13'',2$	6 : 8
$c-f$	$-0.23,13$	$-5.48,3$	8 : 8
$b-c$	$-0.17,43$	$-3.\ 7,8$	8 : 8
$a-c$	$-0.43,39$	$-5.23,7$	8 : 8
$e-a$	$+0.22,91$	$-8.22,6$	6 : 8
$d-e$	$+0.14,76$	$+2.48,5$	8 : 8

J'en ai conclu les positions moyennes suivantes par rapport à l'étoile $A = BD - 22°,4232 (8,0) = $ Paris, 21237 :

Étoiles.		α 1909,0.	δ 1909,0.
$A =$ BD — 22°,4232	(8,0)	$16^h.46^m.33^s,67$	$-22°.45'.17'',1$
$a =$ BD — 22,4223	(9,8)	16.44.12,50	—22.59.42,1
$b =$ Anonyme	(10e)	16.44.38,46	—22.57.26,3
$c =$ BD — 22,4227	(9,3)	16.44.55,89	—22.54.18,5
$d =$ BD — 22,4225	(9,8)	16.44.50,16	—23. 5.16,3
$e =$ BD — 22,4224	(9,2)	16.44.35,40	—23. 8. 4,8
$f =$ BD — 22,4229	(9,5)	16.45.19,02	—22.48.30,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation des séries de Dirichlet.* Note de M. **Marcel Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

Soit donnée la série

$$\sum_{1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s},$$

les λ désignant une suite de constantes positives croissant vers l'infini. Nous

(¹) Je remercie ici mon collègue, M. Flajolet, qui a bien voulu m'assister pour une partie de ces mesures.

posons

$$a_n e^{-\lambda_n s} = c_n, \qquad \sum_1^n c_k = s_n \quad \text{et} \quad \sigma(\lambda) = s_n \quad \text{pour} \quad \lambda_{n-1} < \lambda \leqq \lambda_n;$$

$$(1) \quad \mathbf{S}_n^{(1)} = c_1 + c_2 + \ldots + c_n - \frac{\lambda_1 c_1 + \ldots + \lambda_n c_n}{\lambda_n}$$
$$= \frac{s_1(\lambda_2 - \lambda_1) + s_2(\lambda_3 - \lambda_2) + \ldots + s_{n-1}(\lambda_n - \lambda_{n-1})}{\lambda_n} = \frac{1}{\lambda_n}\int_0^{\lambda_n} \sigma(\lambda)\, d\lambda,$$

et, dans un ordre d'idées général,

$$(2) \qquad \mathbf{S}_n^{(k)} = c_1\left(1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_n}\right)^k + c_2\left(1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_n}\right)^k + \ldots + c_n\left(1 - \frac{\lambda_n}{\lambda_n}\right)^k.$$

Nous appellerons la sommation par ces moyennes la *sommation typique d'ordre k des séries aux exposants* $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n, \ldots$.

Dans cette Note nous devons nous contenter de signaler quelques propriétés remarquables de ces moyennes.

Dans le cas $\lambda_n = n$, c'est-à-dire dans le cas qui provient d'une simple transformation de la *série entière*, notre méthode nous conduit à des moyennes entièrement équivalentes aux *moyennes arithmétiques*. (La forme est différente, excepté $k = 0$ et 1.)

Au cas $\lambda_n = \log n$, qui est des plus intéressants, nous appellerons la sommation typique *sommation logarithmique*. Un calcul élémentaire montre que la limite qu'on obtient de (1) en y posant $\lambda_n = \log n$ et la limite

$$(3) \qquad \lim_{n=\infty} \frac{\frac{s_1}{1} + \frac{s_2}{2} + \ldots + \frac{s_n}{n}}{\log n}$$

existent en même temps et sont égales. De plus, on a les théorèmes :

I. *Une série quelconque étant sommable par les moyennes arithmétiques d'ordre k est sommable par les moyennes logarithmiques du même ordre.*

II. *Supposons que la fonction $f(s)$ représentée dans une partie du plan par la série convergente $\sum a_n e^{-\lambda_n s}$ est régulière dans le domaine $\mathrm{R}(s) > c$ et n'admet sur la droite $\mathrm{R}(s) = c$ d'autres points singuliers que des pôles et des points critiques algébriques (en nombre fini) d'un ordre d'infinitude $\leqq m$* (¹). *Supposons, de plus, qu'il existe un nombre m' tel que la fonction $f(s)$ satis-*

(¹) Dans un travail détaillé, nous démontrerons ce théorème dans une forme beaucoup plus générale. Cf. la remarque faite au sujet du théorème III de notre Note intitulée : *Sur les séries de Dirichlet* (28 juin 1909).

fait, dans le demi-plan $R(s) \geqq c$, *à la condition*

$$|f(s)| < C|s|^{m'}$$

(pour des $|s|$ *assez grandes). Alors la série est sommable en tout point régulier de la droite* $R(s) = c$ *par les moyennes typiques d'ordre* k, k *désignant un nombre positif tel que*

$$k > m' \quad \text{et} \quad k > m - 1.$$

La sommation est uniforme sur toute portion finie de la droite qui ne contient que des points réguliers.

Par exemple, la fonction $\zeta(s)$ rentre bien dans cette classe. *Sa série est sommable par les moyennes logarithmiques d'ordre* 1 *sur toute la droite*

$$R(s) = 1,$$

sauf le point $s = 1$. Ce fait résulte aussi immédiatement de la formule de M. Kinkelin, en tenant compte de la forme (3) de nos moyennes.

Le résultat le plus remarquable que nous avons obtenu par les moyennes considérées se rapporte à la multiplication des séries de Dirichlet. Soient $\sum a_n e^{-\lambda_n s}$ et $\sum b_n e^{-\mu_n s}$ deux séries de cette espèce. Leur produit formel donne de nouveau une série de Dirichlet qu'on obtient en ordonnant les quantités $\lambda_n + \mu_m$ d'après leur grandeur. Nous écrivons l'égalité formelle

$$\sum_1^\infty a_n e^{-\lambda_n s} \sum_1^\infty b_n e^{-\mu_n s} = \sum_1^\infty c_n e^{-\nu_n s}.$$

Le théorème que j'ai en vue (généralisation du théorème de Cesàro sur la multiplication de Cauchy) est le suivant :

III. *Les séries* $\sum_1^\infty a_n$ et $\sum_1^\infty b_n$ *étant convergentes la série* $\sum_1^\infty c_n$ *est sommable par les moyennes typiques d'ordre* 1 (formées avec les exposants ν) *et la somme ainsi définie est égale au produit* $\sum_1^\infty a_n \sum_1^\infty b_n$.

M. Landau avait démontré le théorème d'Abel pour le produit des séries de Dirichlet dont au moins l'une possède un domaine de convergence absolue ([1]). Pour le cas général il regarde la question comme *ouverte*. *Par notre résultat cette question est résolue par l'affirmative.*

([1]) E. LANDAU, *Ueber die Multiplikation Dirichlet'scher Riehen* (*Rendiconti del Circolo mat. Palermo*, t. XXIV, p. 133).

A cette occasion nous ne nous arrêtons pas à la question de la multiplication des séries plusieurs fois indéterminées, l'indétermination étant définie par nos moyennes typiques. Nous préférons envisager un peu plus attentivement le cas particulier $\lambda_n = \log n$. Nos séries de la forme $\sum a_n n^{-s}$ et $\sum b_n n^{-s}$ étant convergentes, nous avons vu que leur produit est sommable par *les moyennes logarithmiques d'ordre* 1 ([1]).

Par contre on peut donner des séries de Dirichlet convergentes dont le produit n'est sommable par aucune moyenne arithmétique ([2]). Telles sont par exemple aux points $1+ti\,(t\neq 0)$ les séries qui représentent les fonctions $[\zeta(s)]^\lambda$ et $[\zeta(s)]^\mu$, et μ désignant deux nombres positifs <1 et tels que $\lambda+\mu \geqq 1$. Ce fait gagnera en intérêt, si nous ajoutons que la sommation par des moyennes logarithmiques d'ordre 1 n'est aucunement plus générale que l'ensemble des méthodes des moyennes arithmétiques. Par conséquent les séries $\sum n \log n \cos n\varphi$ et $\sum n \log n \sin n\varphi\,[\varphi \neq 0\,(\mathrm{mod}\,2\pi)]$ sont sommables par toute moyenne arithmétique dont l'ordre (entier on non) est >1. On voit immédiatement qu'elles ne le sont pas par les moyennes logarithmiques d'ordre 1.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales singulières de certaines équations différentielles algébriques.* Note de M. **B. Gambier**, présentée par M. Painlevé.

Dans les *Comptes rendus* du 18 janvier 1909, M. Chazy étudie des équations différentielles du deuxième ordre et du deuxième degré dont l'intégrale générale est uniforme, tandis que l'intégrale singulière possède des points critiques mobiles.

Je voudrais, dans le même ordre d'idées, citer une équation du troisième ordre et du deuxième degré dont l'intégrale générale et l'intégrale singulière sont respectivement les racines P^ièmes et Q^ièmes de fonctions à points critiques fixes, P et Q étant des entiers aussi grands qu'on veut.

Dans ce qui suit, p et q ou bien p' et q' sont un couple d'entiers premiers entre eux; $a(x)$, $b(x)$, $A(x)$ sont des fonctions analytiques de x.

([1]) On obtient un résultat intéressant en joignant ce fait au théorème suivant : *La série* $\sum \lambda_n$ *étant sommable par les moyennes logarithmiques d'ordre* 1, *la série* $\sum \frac{c_n}{\log n}$ *est sommable par les moyennes arithmétiques du même ordre. Il en résulte que la série* $\sum c_n n^{-s}$ *et ses dérivées sont sommables par les mêmes moyennes pour toute valeur de s telle que* $R(s) > 0$.

([2]) Voir le théorème IV de notre Note citée.

J'intègre l'équation

$$(1)\qquad R \equiv \frac{y''}{y} + \frac{p}{q}\frac{y'^2}{y^2} + a(x)\frac{y'}{y} + b(x) = 0$$

en écrivant

$$u'' + a(x)u' + \frac{p+q}{q}b(x)u = 0, \qquad y = u^{\frac{q}{p+q}}.$$

Je forme une équation analogue, contenant une constante arbitraire

$$(2)\qquad \sqrt{R} = \frac{p'}{q'}\frac{y'}{y} + \int A(x)\,dx,$$

d'où, en éliminant la constante arbitraire,

$$(3)\qquad R' = 2\sqrt{R}\left[\frac{p'}{q'}\left(\frac{y''}{y} - \frac{y'^2}{y^2}\right) + A(x)\right].$$

L'équation (3) possède les propriétés annoncées : elle est du troisième ordre et du deuxième degré, l'intégrale générale est donnée par (2) où l'on a fixé la détermination de $\int A(x)\,dx$, c'est la puissance $\frac{qq'^2}{(p+q)q'^2 - qp'^2}$ de l'intégrale d'une équation linéaire et du second ordre. L'intégrale singulière est donnée par (1), c'est la puissance $\frac{q}{p+q}$ de l'intégrale d'une équation linéaire et du deuxième ordre. Les entiers $(p+q)q'^2 - pq'^2$ et $p+q$ peuvent être pris l'un arbitraire, l'autre aussi grand qu'on veut.

Si je pose maintenant

$$y = v^{\frac{D}{(p+q)q'^2 - qp'^2}},$$

où D désigne un diviseur quelconque de qq'^2, *l'équation* (3) *donne une équation en* v *du troisième ordre et de degré élevé dont l'intégrale générale est à points critiques fixes (puissance entière de l'intégrale d'une équation linéaire du deuxième ordre) et dont l'intégrale singulière est la puissance*

$$\frac{[(p+q)q'^2 - qp'^2]q}{D(p+q)}$$

d'une telle fonction. Il suffit maintenant de poser

$$v = \frac{d^r}{dx^r}V$$

pour avoir une équation en V d'ordre $r+3$ de degré égal à celui de l'équation en v, dont l'intégrale générale est à points critiques fixes, pendant que l'intégrale singulière, qui contient $r+2$ constantes arbitraires, a des points critiques mobiles.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires et les transcendantes uniformes du second ordre.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Painlevé.

1. Considérons une équation linéaire du second ordre qui ne possède comme singularités à distance finie que *deux* points, apparemment singuliers, λ et μ. Cette équation est de la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \left[a_m x^m + \ldots + a_0 + \frac{3}{4(x-\lambda)^2} + \frac{\rho}{x-\lambda} + \frac{3}{4(x-\mu)^2} + \frac{\sigma}{x-\mu}\right] y,$$

où ρ et σ satisfont à des conditions connues.

Le problème que je traiterai ici est le suivant :

Choisir pour $a_m, \ldots, a_0, \lambda, \mu, \rho, \sigma$ des fonctions de deux paramètres t et u, et déterminer quatre fonctions A, B, C, D, *rationnelles en x (dépendant de et u) de telle sorte que le système* S *formé par les équations* (1) *et* (2)

$$(2) \qquad \frac{\partial y}{\partial t} = \mathrm{A}y + \mathrm{B}\frac{\partial y}{\partial x}, \qquad \frac{\partial y}{\partial u} = \mathrm{C}y + \mathrm{D}\frac{\partial y}{\partial x}$$

soit complètement intégrable. Je me limiterai d'ailleurs au cas où l'entier m ne dépasse pas 4 (¹).

Je montre d'abord que, par une transformation simple, on peut prendre

$$\mathrm{B} = \frac{\alpha}{x-\lambda} + \frac{\beta}{x-\mu}, \qquad \mathrm{D} = \frac{\gamma}{x-\lambda} + \frac{\delta}{x-\mu}.$$

On doit avoir

$$\alpha + \beta = \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \qquad \gamma + \delta = \frac{\partial \varphi}{\partial u}.$$

2. Supposons d'abord

$$(\alpha - \beta)\frac{\partial \varphi}{\partial u} - (\gamma - \delta)\frac{\partial \varphi}{\partial t} \neq 0.$$

On peut prendre alors pour nouveaux paramètres

$$t_1 = \varphi(t, u)$$

(¹) Ce problème renferme comme cas particulier le problème traité dans les *Comptes rendus*, 17 mai 1909.

et

$$u_1 = \int \frac{1}{s}[(\alpha-\beta)\,dt + (\gamma-\delta)\,du],$$

en désignant par $\frac{1}{s}$ un facteur intégrant de $(\alpha-\beta)\,dt + (\gamma-\delta)\,du$.

Cela étant, les coefficients a_4, a_3, a_2, a_1 ont pour valeurs

$$a_4 = 2\alpha, \qquad a_3 = \frac{4b}{3}, \qquad a_2 = 4at_1 + c, \qquad a_1 = \frac{4bt_1}{3} + d,$$

a, b, c, d représentant quatre constantes arbitraires; a_0 et $\rho - \sigma$ sont des fonctions rationnelles de $\lambda - \mu = \xi$, $\lambda + \mu = \eta$, $\rho + \sigma = \zeta$ et t_1; ξ, η, ζ, s satisfont au système suivant, (Σ) :

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial\xi}{\partial t_1} &= \frac{2}{\xi} + \frac{P}{\zeta},\\ \frac{\partial\eta}{\partial t_1} &= \zeta,\\ \frac{\partial\zeta}{\partial t_1} &= \frac{\partial P}{\partial\xi}, \end{aligned}\right. \qquad (4)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\partial\xi}{\partial u_1} &= s\zeta,\\ \frac{\partial\eta}{\partial u_1} &= s\frac{P}{\zeta},\\ \frac{\partial\zeta}{\partial u_1} &= s\frac{\partial P}{\partial\eta}, \end{aligned}\right.$$

où

$$(5)\qquad P = a\xi\eta(\xi^2 + \eta^2 - 4t_1) + b\xi(\xi^2 + 3\eta^2 - 4t_1) + c\xi\eta + d.$$

Ce système admet quatre formes canoniques de réduction, dont chacune est une dégénérescence de la suivante :

(Σ_1) $a = 0 = b = c$, $d = 1$; (Σ_2) $a = 0 = b = d$, $c = 1$;
(Σ_3) $a = 0 = c = d$, $b = 1$; (Σ_4) $b = 0 = c$, $a = 1$.

Pour intégrer (Σ), il faut d'abord intégrer (3), système différentiel ordinaire en t_1, et prendre pour les constantes d'intégration des fonctions de u_1 de façon à vérifier les deux équations résultant de (4) par l'élimination de s; et s sera donné enfin par l'une des relations (4).

L'étude de (Σ_1) et (Σ_2) est facile; ξ^2, η, ζ sont des fonctions rationnelles de t_1 pour (Σ_1), de e^{t_1} pour (Σ_2), dépendant de deux constantes arbitraires et d'une fonction arbitraire de u_1; lorsque t_1 et u_1 varient, le point ξ, η, ζ décrit une surface rationnelle.

Pour (Σ_3) et (Σ'_4) [1], ξ^2, η, ζ sont des fonctions rationnelles, à coeffi-

---

[1] (Σ'_4) désigne le système obtenu en faisant $d = 0$ dans (Σ_4). L'intégration du système général (Σ_4) paraît difficile; je me réserve d'étudier les propriétés des intégrales de (Σ_4) par une voie indirecte.

cients numériques de t_1, v, $\frac{dv}{dt_1}$ et w, où v, w désignent une solution quelconque du système (6) pour (Σ_3) et (7) pour (Σ'_4) :

$$(6)\qquad \frac{d^2 v}{dt_1^2} = 6v^2 - 32 t_1, \qquad \frac{\partial w}{\partial t_1} = \frac{w^2 - 3v}{2};$$

$$(7)\qquad \frac{d^2 v}{dt_1^2} = 2v^3 - 8t_1 v, \qquad \frac{\partial w}{\partial t_1} = vw.$$

Dans tous les cas ξ^2, η, ζ *sont des fonctions uniformes de* t_1, qui pour (Σ_3) et (Σ'_4) sont *transcendantes de second ordre*. Dans ces deux derniers cas l'intégrale de (3) est une fonction essentiellement transcendante de deux des constantes d'intégration et algébrique de la troisième; pour satisfaire à (4) il faut prendre pour les deux premières des constantes absolues; la troisième reste une fonction arbitraire de u_1. Le point $\xi^2 = X$, η, ζ décrit, lorsque t_1 et u_1 varient, une surface transcendante possédant un faisceau de courbes rationnelles; cette surface appartient à un réseau transcendant dont les éléments se correspondent par des transformations biuniformes. On peut faire dégénérer la surface (ξ, η, ζ) en surface *elliptique* possédant *deux* faisceaux de courbes de genre 1 : les courbes du faisceau rationnel sont équianharmoniques pour (Σ_3) et harmoniques pour (Σ'_4), et la surface (X, η, ζ) devient alors une transformée (birationnelle) de la surface réglée elliptique.

Il est bien remarquable *qu'on puisse retrouver deux des transcendantes nouvelles introduites par M. Painlevé en partant directement du système* (3), (4) (où P désigne une fonction quelconque de ξ, η, t_1) : on trouve, en effet, que ce système n'est complètement intégrable que si $P(\xi, \eta, t_1)$ est de la forme (5).

3. Si l'on suppose maintenant

$$(\alpha - \beta)\frac{\partial \varphi}{\partial u} - (\gamma - \delta)\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0,$$

on en conclut

$$\alpha - \beta = \frac{\partial r(\varphi)}{\partial t}, \qquad \gamma - \delta = \frac{\partial r(\varphi)}{\partial u}.$$

Les coefficients de (1) se réduisent à des fonctions de $\varphi(t, u) = t_1$, et les fonctions $\xi, \eta, \zeta, s = \frac{dr}{d\varphi}$ satisfont au système

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{d\xi}{dt_1} = \dfrac{2}{\xi} + \dfrac{P}{\zeta} + s\zeta, \\ \dfrac{d\eta}{dt_1} = \zeta + \dfrac{sP}{\zeta}, \\ \dfrac{d\zeta}{dt_1} = \dfrac{\partial P}{\partial \xi} + s\dfrac{\partial P}{\partial \eta}, \end{cases}$$

où P conserve l'expression (5). L'intégration de ce système est donnée par celle du système Σ (où P a la même valeur) : il suffit de remplacer la fonction arbitraire de u_1 par une fonction arbitraire de t_1 ; les équations (8) se réduisent alors à une seule qui fait connaître s.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques inégalités jouant un rôle dans la théorie des vibrations élastiques et des vibrations électriques.* Note de M. A. **Korn**, présentée par M. Émile Picard.

On connaît des théorèmes importants sur l'expression

$$\frac{\int_\tau \varphi^2 \, d\tau}{\int_\tau \left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] d\tau},$$

où φ représente une fonction continue avec ses premières dérivées dans un domaine τ dont la surface fermée possède en chacun de ses points un plan tangent unique et deux rayons de courbure principaux bien déterminés. Je donnerai ici deux théorèmes analogues sur l'expression

$$Q = \frac{\int_\tau (u^2 + v^2 + w^2) \, d\tau}{\int_\tau \left[S\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \frac{k-1}{2}\theta^2 - \frac{1}{2}(\mathfrak{u}^2 + \mathfrak{v}^2 + \mathfrak{w}^2)\right] d\tau},$$

où u, v, w représentent trois fonctions continues avec leurs premières dérivées dans τ, où k est un nombre positif satisfaisant à l'inégalité

$$\frac{1}{3} < k < +\infty,$$

en nous servant des abréviations

$$S\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2,$$

$$\theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\mathfrak{u} = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z},$$

....

I. Si les fonctions u, v, w satisfont aux conditions

$$(1^a)\quad \begin{cases} \int_\tau u\,d\tau = \int_\tau v\,d\tau = \int_\tau w\,d\tau = 0, \\ \int_\tau \mathfrak{u}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{v}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{w}\,d\tau = 0, \end{cases}$$

on aura toujours

$$(1^b)\quad Q \overline{\gtrless} c,$$

où c est une constante *finie* ne dépendant que de la surface σ du domaine τ et de k.

II. Soient

$$u_j,\ v_j,\ w_j \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots, p)$$

$p+1$ triplets linéairement indépendants de fonctions continues avec leurs premières dérivées dans τ; posons

$$(2^a)\quad \begin{cases} u = \alpha_0 u_0 + \alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2 + \ldots + \alpha_p u_p, \\ v = \alpha_0 v_0 + \alpha_1 v_1 + \alpha_2 v_2 + \ldots + \alpha_p v_p, \\ w = \alpha_0 w_0 + \alpha_1 w_1 + \alpha_2 w_2 + \ldots + \alpha_p w_p; \end{cases}$$

alors on pourra toujours choisir les $p+1$ constantes $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$, de manière qu'on ait

$$(2^b)\quad Q \overline{\gtrless} c_p,$$

où c_p est une constante (dépendant uniquement de la surface σ du domaine τ, de k et de p) qu'on peut faire aussi petite qu'on veut en agrandissant p.

La vraie difficulté pour arriver à ces deux résultats consiste à démontrer le théorème fondamental suivant :

Soient u, v, w trois fonctions quelconques continues avec leurs premières dérivées dans τ et satisfaisant aux six conditions

$$(3^a)\quad \begin{cases} \int_\tau u\,d\tau = \int_\tau v\,d\tau = \int_\tau w\,d\tau = 0, \\ \int_\tau \mathfrak{u}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{v}\,d\tau = \int_\tau \mathfrak{w}\,d\tau = 0; \end{cases}$$

alors on aura toujours

$$(3^b)\quad \int_\tau (\mathfrak{u}^2 + \mathfrak{v}^2 + \mathfrak{w}^2)\,d\tau \overline{\gtrless} (2-\varepsilon) \int_\tau \mathrm{S}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 d\tau.$$

et

$$(3^e)\qquad \int_\tau \theta^2\,d\tau \gtreqless (3-\mathrm{E})\int_\tau\left[\mathrm{S}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2-\frac{1}{2}(u^2+v^2+w^2)\right]d\tau,$$

où ε *et* E *représentent deux nombres positifs*, différents de zéro, *ne dépendant que de la surface* σ *du domaine* τ *et de k.*

J'ai réussi à démontrer ces inégalités toutefois en supposant la continuité des premières dérivées des fonctions u, v, w telle qu'on ait pour deux points $x_1y_1z_1$ et $x_2y_2z_2$ quelconques de τ dont nous désignons la distance par r_{12}

$$|\,\mathrm{D}_1\,u\,(x_2y_2z_2)-\mathrm{D}_1\,u(x_1y_1z_1)\,|\lesseqgtr \text{const. fin. } r_{12}^{\alpha},\qquad \ldots\qquad (\alpha>0),$$

et je donnerai ces démonstrations dans un Mémoire plus étendu.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité d'un gaz à la pression atmosphérique sous l'influence d'une haute tension alternative.* Note de M. **A. Chassy**, présentée par M. Lippmann.

La conductibilité d'un gaz est attribuée à la présence d'ions provenant de diverses causes. En soumettant à un champ électrique un gaz préalablement ionisé, il se produit un courant qui s'arrête bientôt par suite du transport des ions aux extrémités du champ. Un gaz n'est donc pas par lui-même un conducteur.

Si l'on soumet un gaz à un champ très intense il devient alors de lui-même conducteur, comme l'a montré M. Bouty dans l'étude des limites de l'état diélectrique; c'est-à-dire que les ions, dans ce cas, sont produits par l'influence directe du champ. Je me suis proposé, en opérant à la pression ordinaire, d'étudier l'allure de la conductibilité acquise sous l'influence d'un champ alternatif intense. J'ai étudié l'air et l'hydrogène. Avec ce dernier gaz les résultats sont réguliers. Dans le cas de l'air je n'ai pu débrouiller nettement certaines irrégularités que j'attribue aux réactions chimiques produites par l'effluve.

J'emploie un appareil, que j'appellerai *condensateur à gaz*, formé de deux cylindres de verre concentriques dont l'intervalle est rempli du gaz à étudier. Les armatures sont collées à l'extérieur du gros cylindre et à l'intérieur du petit. Par ce dispositif on évite la complication provenant des électrodes. Quand celles-ci ne sont pas séparées par un diélectrique solide, on n'obtient que des étincelles étroites au lieu d'effluves sillonnant tout le gaz.

Soient E la valeur efficace de la haute tension qui existe entre les armatures, ω la pulsation du courant et i l'intensité efficace du courant qui alimente le condensateur. Pour mesurer i, qui est relativement faible, je mets en série avec le condensateur à gaz un condensateur dont la capacité C_1 soit bien plus grande et soit connue. Avec un électromètre de capacité négligeable je mesure la différence de potentiel E_1 aux bornes de C_1. Je tire alors i de la formule $i = \omega C_1 E_1$. En variant C_1 on a une grande étendue dans l'échelle des mesures. Je prends les plus grandes précautions possibles au point de vue de l'isolement et je réunis au sol la borne du condensateur reliée au condensateur C_1.

Pour les tensions inférieures à une certaine valeur que j'appelle *tension critique*, et qui dépend des dimensions de l'appareil, le gaz n'est pas conducteur; il se conduit comme un diélectrique parfait.

Soit C la capacité, dans ces conditions, du condensateur à gaz. Elle est donnée par la formule $i = \omega CE$. Cette valeur de C est indépendante de la tension tant que celle-ci est inférieure à la tension critique. C'est un premier régime de fonctionnement du condensateur à gaz. Si l'on dépasse la tension critique, le gaz cesse d'être un diélectrique parfait et devient conducteur; il en résulte un second régime de fonctionnement du condensateur qui se manifeste par la production d'effluves. J'appelle *capacité apparente*, dans le second régime, celle qu'on déduit alors de la formule précédente. Elle n'est pas égale à la capacité proprement dite et mesure seulement à un coefficient près le rapport du débit à la tension.

Pour comprendre les variations de cette capacité apparente considérons la capacité C' obtenue en remplaçant le gaz par du mercure ou un électrolyte. Cette capacité est évidemment bien plus grande que la capacité C' du condensateur à gaz dans le premier régime de fonctionnement. Pour mesurer C' j'emploie toujours la formule $i = \omega C'E$. On peut en effet négliger la résistance du liquide par suite de la grande section. Je trouve bien pour C' une valeur indépendante de la nature du liquide ainsi que de la tension.

Dans ce cas du second régime je trouve que la capacité apparente est comprise entre C et C'. Faisons croître le voltage à partir de la tension critique. La capacité apparente croît alors d'une façon continue à partir de C; de sorte que le gaz devient de plus en plus conducteur à mesure que la tension croît. Pour les fortes tensions la capacité apparente tend vers la limite C' et, en pratique, n'en diffère pas sensiblement. A ce moment l'intensité du courant qui alimente le condensateur est la même que dans le cas du liquide et la résistance du gaz est également négligeable. Si le gaz prenait une conductibilité fixe dès que la tension critique est dépassée, la capacité apparente passerait brusquement de C à C'; mais ce n'est pas le cas, comme je viens de le dire.

Comme exemple je résumerai les résultats d'une expérience relative à l'hydrogène.

La tension critique était 3000 volts efficaces. Depuis cette tension jusqu'à 5000 volts la capacité apparente croissait dans le rapport de 1 à 8 environ. De 5000 à 18000 volts elle ne variait plus que de 8 à 10. L'accroissement de la capacité apparente est donc d'abord rapide, puis devient de plus en plus lent à mesure qu'elle s'approche de C'. D'une manière générale, portons en abscisses la tension et en ordonnées la capacité apparente. On obtient une courbe d'allure hyperbolique dont l'asymptote est la droite représentant C'. Le débit i tend donc, pour les fortes tensions, à être proportionnel à la tension.

On obtient une figure plus simple en représentant, en fonction de la tension, l'intensité i du courant qui alimente le condensateur à gaz. C'est sensiblement, dans le second régime, une portion de droite dont le prolongement ne passe pas par l'origine. Dans le premier régime, au contraire, on a une droite passant par l'origine, puisque C est constant, et faisant avec l'axe des tensions un plus petit angle.

En résumé, la conductibilité du gaz croît d'une façon continue avec la tension, et ce n'est que pour les fortes tensions bien supérieures à la tension critique que la capacité du condensateur à gaz est la même que celle que l'on obtient en remplaçant le gaz par un liquide conducteur. On peut émettre l'hypothèse qu'à ce moment le gaz est analogue à un conducteur proprement dit. Je me propose justement de voir si, dans ces conditions, le gaz suit la loi d'Ohm.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité des sels de potassium.* Note de MM. **Émile Henriot** et **G. Vavon**, présentée par M. J. Violle.

Les auteurs qui se sont occupés de la radioactivité des sels de potassium, N. Campbell et Mac Lellan, ont cherché à concentrer cette propriété par des fractionnements. Le résultat a toujours été négatif. A la suite des recherches de l'un de nous précisant la nature du rayonnement du potassium, la question nous a paru devoir être reprise. Nous avons, dans ce but, mis en œuvre les procédés de fractionnement suivants :

1° Cristallisation fractionnée du chlorure ;

2° Précipitation répétée du chlorure en solution concentrée par l'acide chlorhydrique gazeux ;

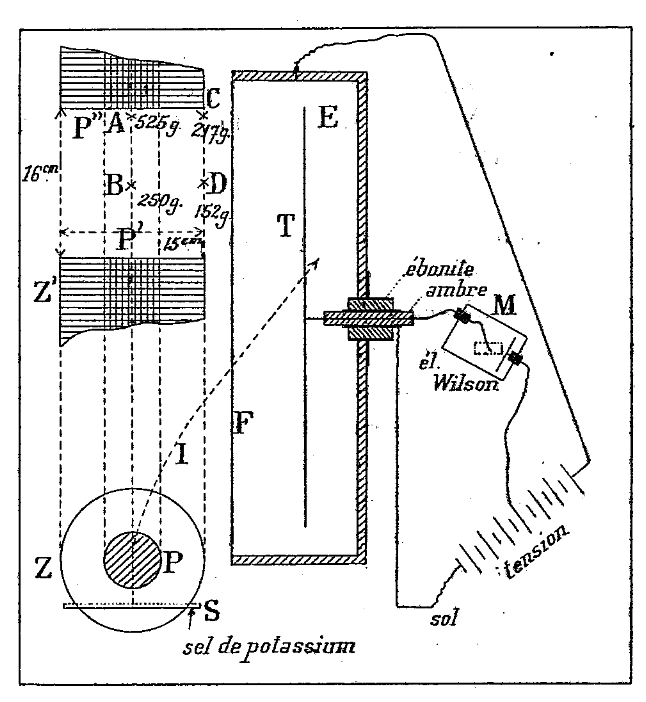
3° Précipitations répétées de sulfate de baryum dans une solution de sulfate de potassium.

Les produits de tête et de queue du fractionnement étaient comparés entre eux par la méthode électrique indiquée dans les *Comptes rendus* du 5 avril 1909. Une série de mesures effectuées avec l'un des deux produits donne des nombres bien constants, différant entre eux de moins de $\frac{1}{50}$. La moyenne de six mesures, effectuées sur les

produits de tête du fractionnement, diffère de moins de $\frac{1}{100}$ de la moyenne obtenue dans ces conditions avec les produits de queue.

Ce résultat négatif confirme donc les résultats de nos devanciers et rend de plus en plus probable l'hypothèse que la radioactivité du potassium est bien due à cet élément et non à une impureté inconnue.

Dans un autre ordre d'idées, des expériences ont été effectuées pour voir si les rayons du potassium, possédant la pénétration des rayons β, sont déviables dans les mêmes conditions. N. Campbell a signalé qu'ils sont déviés dans un champ électrique. L'expérience suivante montre que dans un champ magnétique ce rayonnement se comporte comme un *flux d'électricité négative* et achève de les identifier à des rayons β.



Une chambre d'ionisation E, de grandes dimensions, est fermée sur une de ses faces par une feuille d'étain F, et accouplée à un électroscope Wilson. La chambre d'ionisation étant portée à un potentiel de quelques centaines de volts, on observe un certain courant dû à l'ionisation spontanée de l'air de la chambre. Si l'on place en S une couche d'un sel de potassium quelconque, le courant est très peu augmenté par les rayons obliques, la direction moyenne du faisceau étant verticale et de bas en haut. En disposant la surface rayonnante entre les deux pôles d'un électro-aimant qui donne un champ normal au plan de la figure, on constate que, pour un certain sens du champ, le courant est très notablement augmenté.

On s'assure facilement que le sens du champ correspondant à cette augmentation de courant est tel qu'il entre dans le plan de la figure. Ce sens est donc tel qu'il tend à rabattre vers la droite un flux d'électrons négatifs primitivement vertical et issu de S.

L'augmentation de courant obtenue ne dépasse pas 15 pour 100.

La surface disponible pour le sel entre les pièces polaires de l'électro-aimant est assez restreinte ($15^{cm} \times 16^{cm}$) et les rayons accomplissent un long trajet dans l'air : ceci explique le peu d'intensité des effets observés. L'effet, quoique faible, est parfaitement net et ne s'est jamais produit pour le sens opposé du champ. On peut d'ailleurs s'assurer que la dissymétrie obtenue par renversement du champ n'existe plus en l'absence du sel de potassium.

Cette expérience identifie donc d'une manière complète les rayons du potassium à des rayons β.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Changements tautomériques décelés à l'aide du pouvoir rotatoire magnétique.* Note de MM. **P.-Th. Muller** et **M. Thouvenot**, présentée par M. A. Haller.

Depuis quelques années on a recours, de plus en plus, aux méthodes physico-chimiques pour déceler les changements de constitution qui se produisent sous des actions diverses, à l'intérieur des molécules. La réfraction, très sensible aux variations de structure, nous a rendu de grands services à ce point de vue ([1]), surtout dans les cas où nulle modification de la couleur ne laisse soupçonner ce qui se passe dans la substance.

On sait que H. Becquerel ([2]) a trouvé une relation approchée entre la réfraction des divers corps liquides et leur pouvoir rotatoire magnétique; ces deux propriétés varient dans le même sens. D'autre part nous devons à Perkin de longues séries d'études, d'où il résulte que le pouvoir rotatoire magnétique est une fonction additive, sans doute, mais sensible cependant aux divers changements de constitution.

Il était donc intéressant d'appliquer les mesures de pouvoir rotatoire magnétique à certaines substances susceptibles d'exister sous deux formes tautomériques, de façon à nous rendre compte jusqu'à quel point le procédé est capable de déceler les transpositions moléculaires. Comme l'un de nous l'a fait observer ailleurs, la méthode doit être strictement *différentielle*, c'est-

---

([1]) Voir la bibliographie dans le Mémoire de MM. Haller et P.-Th. Muller, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XV, 1908, p. 289 et 295.

([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XII, 1877, p. 35.

à-dire qu'on ne doit comparer que des molécules semblables, l'une dérivant de l'autre par une modification qui n'en altère qu'une faible partie.

Nous nous sommes adressés d'une part au cyanacétate de méthyl et à son sel sodique, dissous dans l'alcool méthylique; d'autre part à l'éther acétylacétique et à son sel sodique, au sein de l'alcool éthylique.

Les mesures ont toutes été faites à la température de 25°.

Elles comportent :

1° Les dissolvants purs CH^3OH : R = 1,605 et C^2H^5OH : R = 2,766; R désigne le pouvoir rotatoire moléculaire, rapporté à l'eau, tel qu'il est défini par Perkin.

2° Les alcoolates de sodium à diverses concentrations. Pour CH^3ONa, p étant compris entre 16 et 20, R = 2,686 (moyenne de trois expériences). Pour C^2H^5ONa, p étant compris entre 10 et 16, R = 4,421 (moyenne de quatre expériences); p désigne le poids de substance dissoute dans 100g de solution.

3° Le cyanacétate de méthyle pur, R = 4,339, et sa solution méthylique : p = 30 et 47; R = 4,371 (moyenne).

4° L'éther acétylacétique pur, R = 6,504 (d'accord avec Perkin), et sa solution dans l'alcool; p = 19 et 49; R = 6,580 (moyenne).

5° Le sel de sodium de cyanacétate de méthyle, en solution méthylique; p étant compris entre 14 et 29, R = 7,312 (moyenne de quatre expériences).

6° Le sel de sodium de l'éther acétylacétique au sein de l'alcool; p étant compris entre 15 et 19, R = 11,25 (moyenne de trois expériences).

Les mesures 3° et 4° nous montrent d'abord que la présence de l'alcool méthylique ou éthylique n'altère pas pratiquement la rotation magnétique des deux substances qu'on y a dissoutes, pas plus qu'elle n'a d'influence sur la réfraction moléculaire ([1]). Les éthers cyanacétique et acétylacétique conservent donc la même constitution, qu'ils soient à l'état de liquides purs ou qu'ils soient dilués en liqueur alcoolique.

Les alcoolates de sodium ayant évidemment la même structure que les alcools dont ils dérivent, il en résulte que la différence Δ_1 entre la rotation des alcoolates et celle des alcools représente sensiblement la différence rot. Na — rot. H ; les radicaux OCH^3 ou OC^2H^5 s'éliminent.

Pour le premier (dans l'alcool méthylique), on a

$$\Delta_1 = 2,686 - 1,605 = 1,08.$$

Pour le second $\Delta_1 = 4,421 - 2,766 = 1,65$ (dans l'alcool éthylique).

Telles sont les valeurs normales de la différence rot. Na — rot. H.

Elles sont comprises entre 1 et 2. Pour plus de sûreté, nous avons aussi

([1]) A. Haller et P.-Th. Muller, *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XIII, 1908, p. 139.

étudié l'acide cacodylique et son sel de sodium (corps normaux) (¹) dans l'eau et dans l'alcool. Ici encore la différence Δ_1 est comprise entre 1 et 2.

Comparons maintenant à l'aide des expériences 3° et 5°, 4° et 6° les sels de sodium des substances tautomérisables avec leurs générateurs. Nous trouvons pour la différence Δ_2 (qui devrait représenter rot. Na — rot. H, s'il n'y avait pas transposition) :

Cyanacétate de méthyle : $\Delta_2 = 7,312 - 4,371 = 2,94$ (dans l'alcool méthylique);

Éther acétylacétique : $\Delta_2 = 11,25 - 6,58 = 4,67$ (dans l'alcool éthylique).

Ces différences Δ_2, qui dépassent de beaucoup les valeurs normales Δ_1, ne pouvant provenir des atomes Na et H, indiquent un changement de structure du radical organique quand la molécule passe à l'état de sel (²).

Comme nous l'avions prévu, la méthode de la *rotation magnétique différentielle* nous révèle nettement les variations constitutives; elle complète la méthode réfractométrique différentielle, mais il faut ajouter que, dans l'étude des solutions, elle exige des concentrations plus considérables.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorures de silicium.* Note de MM. **A. Besson** et **L. Fournier**, présentée par M. Troost.

Dans une précédente Communication (³), nous avons décrit un procédé de préparation des chlorures de Si de la série saturée par la décomposition par l'effluve électrique de vapeurs de silicichloroforme entraînées par un courant de H; au premier abord, ce résultat paraît surprenant, car on serait plutôt conduit à penser que la décomposition devrait se faire avec départ de HCl d'après le mode

$$n\,\mathrm{SiHCl^3} = n\,\mathrm{HCl} + n\,(\mathrm{SiCl^2}),$$

de sorte qu'on devrait obtenir les chlorures de la série silico-éthylénique; l'expérience montre qu'il n'en est rien et la formation des chlorures saturés

(¹) P.-Th. Muller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1099.

(²) La discussion chimique relative à la nature de ce changement se trouve dans le Mémoire déjà cité de Haller et Muller (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XV, 1908, p. 295).

(³) *Comptes rendus*, 29 mars 1909.

ne peut dès lors s'expliquer qu'avec un dégagement de H :

$$2\,SiHCl^3 = Si^2Cl^6 + 2\,H, \qquad 3\,SiHCl^3 = Si^3Cl^8 + 2\,H + HCl, \qquad \ldots$$

Tant pour vérifier qu'il y avait dégagement d'hydrogène que pour éliminer l'influence possible d'une atmosphère de ce gaz dans la décomposition, nous avons renouvelé l'expérience, mais en opérant dans une atmosphère différente de H; nous avons pensé que le mieux serait d'opérer dans un lent courant de gaz HCl sec entraînant les vapeurs de $SiHCl^3$.

L'opération porta sur environ 2^l de silicichloroforme; nous constatâmes qu'il y avait effectivement un dégagement d'hydrogène et que les produits obtenus étaient les mêmes que dans une atmosphère de H, c'est-à-dire que les produits isolables font partie de la série des chlorures saturés; peut-être se forme-t-il de petites quantités de produits volatils non saturés, car le dosage du chlore dans les produits de fractionnement intermédiaires entre Si^2Cl^6 et Si^3Cl^8 montrent un déficit sensible qui peut être attribué à la présence de petites quantités de chlorures non saturés.

Ce mode fondamental de décomposition de $SiHCl^3$ avec départ de H permettait d'espérer qu'on pourrait obtenir les chlorures de Si non saturés des séries silico-éthyléniques et silico-acétyléniques par la décomposition par l'effluve des composés SiH^2Cl^2 et SiH^3Cl récemment découverts par nous et d'après les modes

$$n\,SiH^2Cl^2 = n(SiCl^2) + n\,H^2,$$
$$SiH^3Cl + n\,SiH^2Cl^2 = (SiCl + n\,SiCl^2) + 3\,H + n\,H^2.$$

Étant données les difficultés de condensation et de séparation de ces produits, nous avons pensé pouvoir soumettre simplement à l'action de l'effluve les parties les plus volatiles de l'action de HCl sec sur Si amorphe.

Par une réfrigération convenable on ne laissait accéder à l'appareil à efffuves (4 tubes réservoirs spéciaux en batterie) autant que possible que les produits plus volatils que $SiHCl^3$. Une certaine quantité de liquide se condensait dans l'appareil à effluves, une autre partie dans un réfrigérant subséquent; le fractionnement des différents liquides n'a pas permis d'isoler de chlorures non saturés; nous n'avons pu en isoler que les chlorures saturés Si^2Cl^6, Si^3Cl^8, etc., avec la même restriction que celle faite précédemment, à savoir que les produits intermédiaires présentent un déficit notable en chlore, ce qui conduit à penser qu'ils renferment de petites quantités de chlorures non saturés.

La formation, au moins en quantité prépondérante, des chlorures saturés dans cette opération peut s'interpréter en admettant que HCl qui se trouve en grand excès dans les produits gazeux atteignant l'appareil à effluves peut jouer un certain rôle et subir en présence des chlorures de Si hypothétiques cherchés une décomposition en H et Cl

qui vient saturer ceux-ci; il serait aussi possible que les composés SiH^2Cl^2 et $SiHCl^3$ ne subissent pas la décomposition de la part de l'effluve, car il faut remarquer que, sur les quatre tubes à effluves de notre appareil, seuls les deux premiers fonctionnent d'une façon active, et cependant on constate qu'une quantité importante de composés siliciés s'échappent de l'appareil au sortir du réfrigérant de queue.

Quoi qu'il en soit, nous nous proposons de reprendre cet essai, mais en condensant au préalable les composés hydrochlorés avant de les diriger dans l'appareil à effluves; ce qui rend vraisemblable la formation de chlorures non saturés aussi bien dans l'effluvation de $SiHCl^3$ que des autres composés hydrochlorés, c'est que les résidus jaunes ou bruns de la séparation des éléments volatils du produit brut présentent une composition voisine de Si^2Cl^3 et Si^2Cl^4, ce qui porte à croire qu'il s'y trouve des chlorures non saturés.

Nous avons pu obtenir la série des chlorures saturés par un autre procédé, à vrai dire moins onéreux, mais moins rapide que celui au silicochloroforme; il consiste à soumettre à l'effluve un mélange de H sec et de vapeurs de $SiCl^4$.

La réaction semble limitée; car, malgré l'emploi d'un excès d'H, une assez forte proportion de $SiCl^4$ y échappe; néanmoins, par une opération prolongée continûment pendant un mois environ, nous avons pu obtenir en partant de 2^l de $SiCl^4$ une assez grande quantité de produit; de plus, certains termes de la série des chlorures saturés s'y trouvaient en proportions différentes de ce qu'ils étaient dans la décomposition de $SiHCl^3$; c'est ainsi que le chlorure solide correspondant à la composition Si^6Cl^{14} faisait presque complètement défaut, tandis que les deux termes précédents y étaient assez abondants; cette circonstance nous permet de rectifier et de préciser quelques points de leur histoire.

Le corps liquide oléagineux que nous avons signalé comme distillant vers $150°$ sous pression de 15^{mm} et auquel nous avions attribué la composition Si^5Cl^{12} est, en réalité, le terme précédent Si^4Cl^{10} que nous croyions manquer à la série, et son point d'ébullition est de $149°$-$151°$ sous 15^{mm} de pression; quant au chlorure Si^5Cl^{12}, c'est un liquide très visqueux qui distille vers $190°$ sous la même pression de 15^{mm}; nous avons pu l'isoler en assez grande quantité.

Quant au résidu qui reste après distillation au bain de valvoline vers $200°$, c'est un corps solide, jaune vitreux, ne présentant pas de composition définie; il semble être un mélange de chlorures que nous n'avons pas pu séparer.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle méthode d'isolement de la terbine.* Note de M. G. **Urbain**, présentée par M. A. Haller.

La terbine, qui m'a permis de donner la définition complète et rigoureuse du terbium de Mosander, avait été obtenue en fractionnant au moyen de l'ammoniaque diluée un mélange de gadolinium et de terbium (¹). Dans ces conditions, la terbine, base plus faible que la gadoline, précipite en premier.

Cette méthode est très pénible à cause des filtrations, des lavages et des concentrations multipliés qu'elle comporte. Je suis parvenu au même résultat avec beaucoup moins de peine, bien qu'au bout d'un temps plus long, par une méthode de cristallisation qui rappelle par son principe le procédé qui nous a permis, à M. Lacombe et moi (²), de séparer rigoureusement l'europium du samarium.

J'ai montré antérieurement (³) que, par la solubilité de ses sels isomorphes avec les sels correspondants des terres rares, le bismuth se place constamment entre le samarium et l'europium. D'autre part, l'ordre dans lequel les terres rares se séparent les unes des autres par différence de solubilité est indépendant de la nature des sels. Cet ordre de sériation est le suivant :

Lanthane.	Europium.	Yttrium.
Cérium.	Gadolinium.	Erbium.
Praséodyme.	Terbium.	Thulium.
Néodyme.	Dysprosium.	Néoytterbium.
Samarium.	Holmium.	Lutécium.

Mais, dans certains cas, la série se replie sur elle-même. C'est le cas des nitrates simples à 5^{mol} d'eau, par exemple, parmi lesquels le sel de gadolinium est le moins soluble de tous. Ces nitrates se classent de telle sorte que le néodyme se retrouve avec l'erbium (⁴), et le cérium et le lanthane avec le néoytterbium et le lutécium dans les fractions les plus solubles.

Ce reploiement de la série rappelle le phénomène de la dispersion anomale. J'ai pensé qu'on pourrait en tirer profit pour la séparation de quelques terres rares les unes des autres, en faisant intervenir le bismuth comme *élément séparateur*.

(¹) G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 521.
(²) G. Urbain et H. Lacombe, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 792.
(³) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, p. 31-66.
(⁴) E. Demarçay, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1021.

Quelques essais préliminaires [1], effectués sur des mélanges dont tous les termes qui précèdent le gadolinium avaient été éliminés au préalable, m'ont montré que le nitrate de bismuth $Bi(NO^3)^3.5H^2O$ est plus soluble dans l'acide nitrique que le nitrate de gadolinium $Gd(NO^3)^3.5H^2O$ et moins soluble que le nitrate de dysprosium $Dy(NO^3)^3.5H^2O$. Le nitrate de terbium paraissait, en première analyse, avoir la même solubilité que le nitrate de bismuth. Des expériences prolongées m'ont montré récemment que le nitrate de bismuth est un peu moins soluble que le nitrate de terbium, de sorte qu'en ajoutant de grandes quantités de nitrate de bismuth aux mélanges et en soumettant le tout à la cristallisation méthodique, pendant un temps suffisant, on parviendrait à séparer rigoureusement le gadolinium du terbium.

En fait, je n'ai pas obtenu tout à fait un résultat aussi remarquable. Lorsque j'ai cru l'avoir atteint, la fraction la plus pure de bismuth renfermait encore 4 millièmes de terbium environ. Dans les fractions suivantes, la proportion de terbium augmentait lentement.

L'examen des spectres d'arc m'a montré que cette nouvelle méthode, très différente de celle que j'avais d'abord employée pour l'isolement du terbium, donnait rigoureusement la même terre, et qu'en conséquence il n'y a pas lieu de suspecter l'homogénéité de cet élément. Ces observations confirment ce que nous avions déduit, M. Jantsch et moi [2], du dosage de l'oxygène disponible dans le peroxyde de terbium Tb^4O^7.

Avec les trois fractions où la proportion de terbine était suffisante pour permettre de faire des mesures magnétiques, j'ai effectué de nouvelles déterminations du coefficient d'aimantation du sesquioxyde de terbium dont les valeurs concordent pratiquement avec celles que nous avions déjà obtenues M. Jantsch et moi [3]. Ces nouvelles mesures sont particulièrement concordantes :

Fractions.	$x.10^6$.
11	242,7
12	242,5
13	243,2

J'ajouterai que la méthode qui vient d'être décrite assure une bonne séparation du terbium et du dysprosium, parce qu'elle permet de réduire à un minimum les mélanges intermédiaires : l'excès de bismuth repoussant le dysprosium vers les queues du fractionnement et retenant les petites quantités de terbium qu'il est si difficile d'éliminer par les autres méthodes.

---

(1) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, p. 105-122.
(2) G. Urbain et G. Jansтch, *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 127.
(3) G. Urbain et G. Janstch, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 28 décembre 1908.

Au sujet de certains résultats contenus dans cette Note, je dois signaler que M. Stephan Meyer (*Sitz. Ber. Wien. Akad.*, 23 janvier 1902), ayant reçu de Demarçay du samarium et de l'europium, avait rectifié de lui-même ses premières conclusions et avait constaté que le paramagnétisme des terres rares admet deux maxima, l'un dans la série cérique, l'autre dans la série yttrique. Je reconnais bien volontiers l'antériorité de M. Stephan Meyer dont la deuxième Note m'avait échappé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des aldéhydes par l'oxyde d'argent.* Note de MM. **Marcel Delépine** et **Pierre Bonnet**, présentée par M. Haller.

Depuis le jour où Liebig ([1]) découvrit la transformation de l'aldéhyde acétique en acide sous l'influence de l'oxyde d'argent en présence de l'eau, cette importante réaction a été utilisée dans des circonstances extraordinairement variées quant aux proportions, à la température, au milieu, aux conditions du mélange, etc.; cependant la plupart des auteurs recommandent l'emploi d'un oxyde récemment précipité et bien lavé. Nous ne pouvons ici rapporter tous ces détails qu'on trouvera ailleurs.

Nous nous sommes proposé de simplifier et d'uniformiser ce procédé d'oxydation. Tout d'abord, il nous a paru que la recommandation de prendre un oxyde d'argent fraîchement préparé deviendrait superflue si l'on produisait cet oxyde, au moment même de la réaction, dans le milieu réagissant.

C'est ce qu'on réalise en ajoutant directement du nitrate d'argent dans une solution aqueuse d'aldéhyde, suffisamment alcoolisée, s'il est nécessaire, pour qu'il n'y ait point séparation d'aldéhyde, puis mêlant peu à peu par fractions égales toutes les 5 ou 10 minutes, en l'espace de 2 heures, à froid et en agitant sans cesse, une base dissoute $\left(\text{soude, potasse et mieux baryte } \frac{N}{2} \text{ à } \frac{N}{3}\right)$ en dose capable non seulement de libérer l'oxyde d'argent, mais encore de neutraliser l'acide organique formé.

On laisse ensuite en contact pendant 12 heures ou plus; on filtre en lavant le métal réduit; on fait passer dans le filtrat un courant de gaz carbonique pour salifier l'excès d'alcali (qu'on met ordinairement); on distille l'alcool, si l'on en a mis; on concentre ou non suivant qu'il s'agit d'acides organiques plus ou moins faciles à extraire; en tout cas, on a une solution qui est prête pour l'extraction de l'acide cherché. Avant de l'aciduler ou de la concentrer, il y a souvent avantage à l'épuiser à l'éther qui enlève des produits neutres.

([1]) J. Liebig, *Ann. der Pharm.*, t. XIV, 1835, p. 140.

La réaction théorique serait la suivante (avec la soude) :

$$R.CHO + 2NO^3Ag + 3NaOH = R.CO^2Na + 2Ag + 2NO^3Na + 2H^2O,$$

mais il est souvent préférable d'employer un excès de nitrate d'argent avec la dose correspondante de base

$$R.CHO + (2+n)NO^3Ag + (3+n)NaOH$$
$$= RCO^2Na + 2Ag + (2+n)NO^3Na + 2H^2O + nAgOH.$$

En pratique, nous avons ajouté quelques centimètres cubes de solution alcaline en excès et nous avons fait $n = 0,1$ à 1 ; ce qui revient à employer un excès d'oxyde d'argent qui assure la terminaison de l'oxydation. Voici ce qui est censé se passer dans la réaction théorique :

Au début, jusqu'à ce qu'on ait ajouté 2^{mol} d'alcali, la réaction se fait entre Ag^2O précipité et l'aldéhyde, ce qui oxyde les $\frac{2}{3}$ de ce dernier selon l'équation :

$$3R.CHO + 3Ag^2O = 2RCO^2Ag + R.CHO\,(\text{inaltéré}) + 4Ag + H^2O.$$

Si l'on ajoute alors le troisième équivalent d'alcali, il précipite cette fois l'oxyde d'argent du sel organique d'argent, en dose capable d'oxyder le $\frac{1}{3}$ d'aldéhyde restant, pendant qu'il sature lui-même l'acide organique déjà existant et à venir :

$$\tfrac{1}{3}(2R.CO^2Ag + R.CHO) + NaOH = RCO^2Na + \tfrac{2}{3}Ag + \tfrac{2}{3}H^2O.$$

S'il y a un excès de nitrate d'argent par rapport aux doses théoriques, le moment où le métal alcalin se substitue à l'argent du sel organique d'argent est tout simplement retardé, mais en aucun cas on n'a d'alcali libre en grande quantité, capable de nuire à l'aldéhyde.

En fait, l'expérience a confirmé ces inductions et nous avons ainsi pu oxyder à froid, avec d'excellents résultats, sans précipiter d'avance l'oxyde d'argent :

L'aldéhyde crotonique (acide blanc du premier jet; rendement, 90-95 pour 100 de la théorie) ; l'aldéhyde pyromucique (acide blanc du premier jet ; rendement, 90-95 pour 100 de la théorie) ; l'aldéhyde $C^8H^{12}O^2$, dimère de l'aldéhyde crotonique (ac. tantôt blanc, tantôt jaune; rendement brut, 80 pour 100 de la théorie) ; l'aldéhyde méthylène-3.4-dioxyhydratropique (ac. en cristaux jaunâtres; rendement brut, 90 pour 100); l'aldéhyde diméthoxy-2.3-méthylènedioxy-4.5-hydratropique (ac. à peine jaunâtre, en dose presque théorique) ; le citral (rendement de 70 pour 100 de la théorie en acide distillé pur).

Nous nous sommes assurés, en outre, qualitativement et sans nous préoc-

cuper du rendement, que les aldéhydes acétique monochloré, benzoïque et salicylique se laissaient aussi oxyder très facilement.

La méthode nous paraît donc devoir s'appliquer avantageusement dans un nombre considérable de cas; en se reportant aux Mémoires relatifs à ceux des composés précédents qui ont été déjà préparés, on verra même que nos rendements sont meilleurs ou nos produits plus blancs. Pour l'aldéhyde $C^8H^{12}O^2$, la méthode à l'azotate d'argent et baryte donne seule de bons résultats.

Une précaution à prendre est de faire toujours un petit essai préliminaire. Il y a, en effet, des aldéhydes comme l'aldéhyde $C^8H^{12}O^2$ ou l'aldéhyde benzoïque, qui paraissent rester presque inattaqués tant qu'on n'arrive pas à avoir de la base soluble en présence de l'aldéhyde. Dans ce cas, que l'on reconnaît à ce que l'oxyde reste longtemps brun sans noircir, il est possible de hâter un peu l'addition des $(2+n)$ premiers équivalents d'alcali pour ajouter beaucoup plus lentement le dernier.

Ce que nous avons surtout voulu faire ressortir, c'est qu'à froid l'oxyde d'argent transforme facilement les aldéhydes en acides, que la présence d'un nitrate ne nuit pas aux opérations et qu'il est inutile de préparer l'oxyde à l'avance en le lavant soigneusement, comme on le recommande si souvent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hydrolyse fluorhydrique des matières protéiques : nouveaux résultats.* Note de MM. **L. Hugounenq** et **A. Morel**, présentée par M. Armand Gautier.

Pour préciser les résultats publiés par nous sur l'hydrolyse des matières protéiques par l'acide fluorhydrique, nous avons répété des expériences qui nous ont permis de compléter sur plusieurs points les conclusions auxquelles nous étions arrivés dans l'étude des nucléoprotéides stomacales.

C'est ainsi que l'acide fluorhydrique se comporte diversement vis-à-vis des protéides d'origine et de résistance différentes.

Avec des matières déjà modifiées par la cuisson, telles que la gélatine, l'acide fluorhydrique à 15 pour 100 réalise une décomposition complète avec mise en liberté d'acides amidés. A des concentrations supérieures à 20 pour 100, l'acide fluorhydrique donne avec la gélatine des polypeptides de plus en plus compliquées à mesure que la concentration augmente.

Dans une série d'expériences, nous avons, en effet, attaqué au bain-marie,

jusqu'à disparition de la réaction du biuret, de la gélatine commerciale blanche par six fois son poids de HFl à 15, à 20, à 30, à 35 et à 45 pour 100, et nous avons constaté que :

1° L'acide à 15 pour 100 hydrolyse complètement la gélatine, comme l'indiquent le titrage au formol, par la méthode de Sörensen, de l'azote libéré et surtout l'absence constatée de peptides accompagnant les acides amidés.

2° L'acide à 20 ou 30 pour 100 donne encore beaucoup d'acides amidés libres, mais ceux-ci sont accompagnés de dipeptides et de tripeptides.

3° L'acide à 35 pour 100 et au delà donne peu d'acides amidés, car il respecte des polypeptides plus compliquées, que nous avons réussi à extraire et à étudier par la mise en évidence de leurs constituants libérés par une hydrolyse plus profonde. Une de ces peptides nous a fourni cinq acides amidés : arginine, lysine, phénylalanine, alanine et glycocolle.

4° A la concentration de 45 pour 100, l'acide fluorhydrique ne donne plus de diamines libres, même après une chauffe prolongée.

Ces nouvelles recherches confirment l'existence des peptides dont nous avons signalé et identifié les dérivés cristallins. Mais la question se pose toujours de leur origine analytique ou synthétique, naturelle ou artificielle.

Pour résoudre cette question, nous avons chauffé divers acides amidés avec HFl à 20, à 30, à 45, et même à 60 pour 100. En aucun cas, ces composés n'ont subi d'anhydrisation ou de condensation.

Le glycocolle, chauffé 12 heures avec HFl à 30 pour 100 ou même à 45 pour 100, ne donne ni glycylglycine, ni diacipipérazine.

Chauffée pendant 6 heures avec HFl à 60 pour 100, l'arginine ne fournit pas d'arginyl-arginine; de même la lysine n'est pas modifiée par une chauffe de 12 heures au bain-marie avec HFl à 30 pour 100.

Ces expériences démontrent que HFl, aux concentrations qui permettent de libérer ces peptides, ne condense pas les acides amidés isolés.

Il ressort de cette étude que :

1° En choisissant convenablement le degré de concentration, on peut obtenir avec l'acide fluorhydrique, graduellement, à la température du bain-marie, une série d'échelons dans l'hydrolyse des matières protéiques. Les acides concentrés hydrolysent beaucoup moins profondément que l'acide à 15 ou 18 pour 100 et donnent surtout, ou même exclusivement, des peptides.

2° Les peptides libérées par HFl concentré ou par une chauffe insuffisamment prolongée avec des acides convenablement dilués représentent bien des complexes naturels préexistants dans les molécules protéiques.

3° Il nous a été possible d'engager certaines de ces peptides simples dans des combinaisons cristallisées (nitrates, picrates, picrolonates).

4° Enfin, l'acide fluorhydrique se comporte comme un réactif susceptible de mettre en évidence non seulement des acides amidés libres ou combinés entre eux, mais d'autres constituants appartenant à la série des dérivés aminés, les uns réducteurs, les autres non réducteurs, du groupe des sucres. Nous décrirons dans une prochaine Note ces corps, que l'acide fluorhydrique nous permet d'extraire parce qu'il les respecte mieux que les autres agents d'hydrolyse.

MINÉRALOGIE. — *Étude des principaux gisements de roches alcalines du Soudan français*. Note de M. G. **Garde**, présentée par M. A. Lacroix.

Des roches de la famille granitique, des granites, des microgranites et des rhyolites, ont été signalées dans un certain nombre de points du Soudan français où elles apparaissent au milieu des sables. Toutes sont *alcalines* et leur ensemble constitue une province pétrographique très nette.

J'ai exploré tous les gisements déjà connus et j'en ai découvert de nouveaux. J'en ai rapporté un grand nombre d'échantillons de roches que j'étudie au laboratoire de Minéralogie du Muséum. Dans la présente Note, je me propose de coordonner les observations antérieures (¹) et de les compléter par celles que j'ai faites moi-même.

Mounio. — J'insisterai d'abord et surtout sur le Mounio qui possède à la fois, et côte à côte, les trois types structurels désignés plus haut.

Le Mounio est une petite région, de nature granitique, qui est située à une centaine de kilomètres à l'est de Zinder et à 300^{km} environ en deçà du Tchad. Il mesure 70^{km} à 75^{km} de long du Nord au Sud, sur 30^{km} à 35^{km} de large, et ses points culminants dominent de 100^{m} à 150^{m} la plaine sablonneuse environnante. L'érosion, autrefois très active dans le Soudan, et aujourd'hui nulle, a découpé, a isolé dans le massif du Mounio un grand nombre de buttes et de dômes.

1. J'ai trouvé le *granite à ægyrine et à riebeckite* sur d'assez vastes espaces, en deux points du Mounio, dans les environs de Tchitchiga à l'Ouest, et à côté de Diri-

---

(¹) Les rhyolites d'Hadjer el Hamis (L. Gentil); les microgranites de Gouré (A. Lacroix); les granites de Zinder (Foureau et L. Gentil); les rhyolites de Gabana (L. Gentil et Freydenberg).

koa au Sud-Est. Ce granite, qui est tantôt à grands éléments, tantôt à grain moyen, se présente d'ordinaire dans les parties basses, les plus érodées; cependant, il forme parfois quelques buttes pouvant atteindre 50^m de hauteur. C'est un granite semblable, d'après l'échantillon que m'a remis le lieutenant de vaisseau Audoin, qui forme le petit massif de Machéna, à une trentaine de kilomètres au sud du Mounio, dans la Nigéria anglaise.

2. Le *microgranite à ægyrine*, dont le type est à Gouré, à lui seul constitue le massif du Mounio presque en entier. Parfois il forme des buttes, aux arêtes vives, au pied desquelles sont accumulés de nombreux blocs éboulés. Le plus souvent, il constitue des dômes surbaissés, ordinairement coiffés par des blocs ronds qui donnent à la région l'aspect des paysages granitiques.

Dans une préparation de microgranite pris au sud de Gouré, j'ai observé une enclave de lamprophyre très riche en mica.

Le massif isolé de Mia, au sud-est du Mounio, est également constitué par du microgranite. On peut le considérer comme une apophyse de ce dernier, dont il est séparé par la zone déprimée de granite à ægyrine et à riebeckite des environs de Dirikoa.

3. En outre de Gabana, où, le premier, M. Freydenberg les a signalées, j'ai encore observé les *rhyolites* en plusieurs points du Mounio, à Guédio dans le Nord-Ouest, tout près de Gouré dans le Nord-Est, à Dirikoa dans le Sud-Est, etc. A Gabana, la rhyolite se présente sous la forme de pointements, de dykes. Elle s'est fait jour à travers les microgranites qui existent tout autour et qu'elle domine.

Les sables empêchent de voir si le fort pointement rhyolitique de Dirikoa traverse, comme il est permis de le supposer, les granites à ægyrine et à riebeckite qui affleurent tout près.

Près de Gouré, à 4^{km}-5^{km} au nord-ouest de ce village, la rhyolite, qui forme un massif assez important, se montre très nettement incluse au milieu des microgranites. Sur son rebord septentrional, qui est recouvert par endroits, comme d'une carapace, par une brèche de friction, elle surmonte une plate-forme microgranitique. Vers le Sud, au contraire, elle s'enfonce sous le microgranite qui la domine de plus d'une trentaine de mètres.

Enfin, à Guédio, tout à fait à l'extrémité nord-ouest du Mounio, la rhyolite se montre à la base d'un gros massif de microgranite et forme un éperon qui s'avance dans la plaine, au milieu des sables. Là, elle s'est fait jour à travers les microgranites dont elle renferme un grand nombre de petites enclaves.

Toutes les roches alcalines du Mounio possèdent la particularité de n'offrir aucune trace d'action mécanique.

Par contre, j'ai trouvé à une quinzaine de kilomètres au nord de cette région, sur le chemin de Gouré à Dellacori, dans le Koutous, des roches à facies gneissique présentant des phénomènes d'écrasement remarquables. Ces dernières pourraient bien être des orthogneiss résultant du laminage de

roches éruptives qui, dans ce cas, appartiendraient à une série différente de celle étudiée plus haut. Ce sont, en effet, des roches à deux micas, grenatifères, ou des roches quartzeuses, *riches en hypersthène*.

Gamedou. — A une centaine de kilomètres à l'est du Mounio, en plein Manga, à côté du village de Gamedou, j'ai étudié deux petits pointements très intéressants, qui émergent à peine des sables et que le capitaine Tilho m'avait signalés. L'un est formé par de la rhyolite et se termine par une aiguille de près de 10^m de haut. L'autre est constitué par un microgranite à ægyrine, dans lequel il existe de la fayalite malgré l'extrême acidité de la roche.

Région de Zinder. — Le massif granitique de Zinder est le premier îlot de roches cristallines qu'on rencontre en allant du Niger au Tchad. Il est formé par des granites, principalement par des granites à ægyrine et à riebeckite, ces granites étant à grands éléments comme à Zinder même, ou à grain moyen. M. Foureau a signalé, à la sortie de Zinder, dans une carrière, un petit affleurement de roche trachytique que je n'ai pas pu retrouver.

Au Sud et à l'Ouest, ces granites émergent au milieu de sables ou d'argiles sableuses qui leur sont postérieurs, tandis que, vers le Nord et vers l'Est, ils apparaissent entre les buttes de quartzites qui se dressent dans toute cette région.

Hadjer el Hamis. — Les pointements rhyolitiques d'Hadjer el Hamis au sud du Tchad, paraissent constituer des dykes. Il est vraisemblable que, en profondeur, la rhyolite est associée, comme celle du Mounio, à des microgranites, car j'ai rencontré dans sa masse de petites enclaves de ces dernières roches très riches en ægyrine.

J'étudierai ultérieurement les particularités minéralogiques et chimiques de ces diverses modalités d'un même magma éruptif.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'élaboration des matières phosphorées et des substances salines dans les feuilles des plantes vivaces.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai récemment étudié (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1685) les variations de l'azote dans les feuilles du châtaignier à diverses périodes de leur développement. Je donne, dans la présente Note, l'étude parallèle des variations de l'acide phosphorique et des matières salines.

I. Le phosphore total, calculé en acide phosphorique PO^4H^3, que contiennent les feuilles du châtaignier à diverses périodes de leur développement, est représenté par les chiffres suivants :

PO^4H^3.	13 mai 1908.	12 juin.	15 juillet.	17 août.	21 sept.	25 oct.
Pour 100 de matière sèche..	1,22	0,93	0,61	0,81	0,76	0,74

On observe donc, à la date du 15 juillet, une diminution notable de l'acide phosphorique, correspondant précisément à l'époque de la migration de l'azote vers les organes floraux.

Les phosphates solubles, qu'on pourrait appeler *minéraux* (phosphates alcalins), qui préexistent tels quels dans la feuille ou qui sont engagés dans des combinaisons peu stables, sont d'autant plus abondants dans cet organe que celui-ci est plus jeune.

On vérifie le fait en épuisant d'abord par l'éther et l'alcool chauds, puis par l'eau bouillante, les feuilles séchées dans le vide et pulvérisées. Les proportions d'acide phosphorique qui passent dans l'eau bouillante sont les suivantes (pour 100 parties de PO^4H^3 total, aux périodes ci-dessus indiquées) :

19,67	25,80	19,34	4,44	6,71	2,56

Entre le 15 juillet et le 17 août, on observe donc une brusque diminution de l'acide phosphorique soluble dans l'eau : au delà de cette époque, les phosphates solubles n'existent plus qu'en faible quantité. C'est aux dépens de ces phosphates solubles du début que se forment les lécithines et les nucléines. Le maximum de production des lécithines semble coïncider avec le milieu de la période de végétation (15 juillet). Voici, à cet égard, la teneur en phosphore (calculé en PO^4H^3) de l'extrait obtenu en épuisant les feuilles séchées dans le vide par l'éther et l'alcool bouillants (phosphore des lécithines) :

PO^4H^3.	13 mai.	15 juillet.	17 août.	15 octobre.
Dans 100 parties de matière sèche...	0,16	0,13	0,10	0,06
» 100 parties de PO^4H^3 total..........	13,11	21,47	12,34	8,10

Les parties solubles dans l'éther et l'alcool bouillants ne renferment pas seulement les lécithines proprement dites, mais aussi des *phosphatides :* c'est par ce terme qu'on peut désigner, comme Winterstein et Hiestand, les complexes phosphorés qui paraissent résulter de l'union des lécithines avec certains hydrates de carbone (pentoses et hexoses) qu'on rencontre

dans beaucoup d'organes végétaux. La teneur des feuilles en phosphatides est toujours plus élevée à l'époque de la floraison; elle diminue en fin de végétation.

Si, comme le veulent quelques auteurs, les lécithines jouent un rôle dans la combustion respiratoire des graisses, il n'est pas étonnant d'observer leur diminution avec les progrès de l'âge alors que les phénomènes de respiration se ralentissent peu à peu. D'autre part, d'après une opinion assez commune, les lécithines produiraient une accélération des phénomènes osmotiques, principalement en ce qui concerne les albuminoïdes. Conformément à cette manière de voir, on observe une proportion élevée de lécithines à l'époque où les albuminoïdes que la feuille a élaborés tendent à quitter cet organe, après solubilisation préalable, pour se diriger soit vers les organes floraux, soit vers les bourgeons terminaux destinés à fournir le rameau de l'année suivante.

II. Les feuilles du châtaignier se conduisent, partiellement au moins, au point de vue de la migration des matières salines, comme des feuilles de plante annuelle à végétation rapide. On trouve, en effet, dans 100 parties de cendres, les proportions suivantes d'éléments fixes :

	13 mai.	12 juin.	15 juillet.	17 août.	21 sept.	25 octobre.
PO^4H^3........	24,93	16,53	11,19	14,19	11,75	13,53
CaO..........	11,52	14,92	19,29	25,82	26,14	26,07
MgO.........	15,88	19,53	22,57	26,68	26,54	25,18
K^2O..........	26,72	26,12	26,25	24,55	21,87	20,24

Ainsi, la chaux et la magnésie, comme on l'observe le plus souvent, s'accumulent dans les cendres en quantités d'autant plus grandes que la feuille est plus âgée. La potasse diminue de façon régulière au fur et à mesure des progrès de la végétation. Cependant cette base figure encore pour un chiffre élevé à la date du 25 octobre. Quant à la silice, elle éprouve des variations peu sensibles et paraît, au moins dans l'exemple actuel, n'entrer dans la composition des cendres que pour une faible proportion (SiO^2 dans 100 parties de cendres au 13 mai : 4,73; au 25 octobre : 7,68).

Il faut également noter la faible teneur en *matières minérales totales* des feuilles du châtaignier à tous les moments de leur évolution et les variations peu accusées que présentent ces matières minérales en comparaison de la teneur toujours assez élevée en cendres des feuilles de plantes annuelles :

Cendres totales dans 100 parties de matière sèche (mêmes époques que plus haut)....	4,92	5,63	5,26	5,72	6,47	5,51

En résumé, on voit que la teneur des feuilles en acide phosphorique subit une diminution marquée correspondant à l'époque de la migration de l'azote vers les organes floraux. Les phosphates solubles dans l'eau (phosphates minéraux) sont d'autant plus abondants que la feuille est plus jeune; la proportion des lécithines est d'autant plus élevée qu'on se rapproche davantage de la période de floraison : les lécithines semblent jouer un rôle dans les phénomènes osmotiques qui, à cette époque, favorisent le passage de l'azote des feuilles vers les organes de reproduction. On remarquera également que la proportion centésimale des matières salines est assez faible et assez uniforme pendant toute la durée de l'existence des feuilles du châtaignier. Ces matières sont particulièrement pauvres en silice, contrairement à ce qu'on observe chez beaucoup de feuilles, tant de plantes vivaces que de plantes annuelles, dans lesquelles la silice s'accumule en quantités souvent considérables au voisinage de la période qui précède leur chute.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur deux nouveaux hydrates de carbone retirés de l'asperge.* Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Armand Gautier.

Un plant d'asperge, sous le climat de Paris, commence à émettre fin avril ses bourgeons, ou turions, qui, comme on le sait, constituent la partie comestible. Comme on les coupe pendant près de deux mois consécutifs à mesure qu'elles sortent de terre et que par conséquent l'assimilation chlorophyllienne n'intervient pas pour subvenir aux frais de cette poussée continue, il faut admettre que la partie souterraine contient d'abondantes substances de réserve. En cherchant à déterminer leur nature, j'ai trouvé, à côté de saccharose et de sucre interverti, deux hydrates de carbone nouveaux que j'appellerai *asparagose* et *pseudo-asparagose*.

Asparagose. — *Préparation.* — Les racines d'asperge, recueillies de février à avril avant la poussée des turions, sont lavées, pilées rapidement et bouillies avec 2 à 3 fois leur poids d'eau. Le liquide exprimé est déféqué d'abord à la baryte qui précipite la pectine, puis au sous-acétate de plomb. On élimine l'excès de plomb par SO^4H^2, on neutralise à la baryte et l'on concentre à douce température jusqu'à ce que le liquide contienne environ $\frac{1}{10}$ de son poids de matière sèche. De la liqueur ainsi préparée on extrait les sucres par une série de précipitations fractionnées au moyen de la baryte et de l'alcool. Les premiers précipités, décomposés par CO^2, donnent des liqueurs lévogyres et faiblement réductrices; les derniers ainsi que les eaux mères sont dextrogyres

et contiennent la plus grande partie des sucres réducteurs et du saccharose [1]. On répète les fractionnements jusqu'à ce qu'on ait des produits de tête arrivant à $\alpha_D - 30°$. On les concentre jusqu'à l'état de sirop clair : celui-ci mis en flacon fermé ne tarde pas à laisser déposer l'asparagose. Le sucre obtenu est jeté sur un filtre et lavé successivement avec de l'alcool à 60°, 80° et 95° centés., puis avec de l'alcool absolu; on le dessèche enfin sur SO^4H^2.

Propriétés physiques. — L'asparagose se présente sous forme de sphéro-cristaux microscopiques, laissant passer la lumière polarisée entre deux nicols croisés et donnant à l'extinction la croix de polarisation. En le reprenant par l'alcool à 40°, je l'ai obtenu cristallisé en très fines aiguilles microscopiques. Comme l'inuline, l'asparagose prend une consistance cornée quand on ne l'a pas complètement déshydraté par l'alcool absolu avant de le porter sur SO^4H^2.

L'asparagose est dépourvu de saveur. Il est soluble dans environ deux fois son poids d'eau froide et d'autant plus soluble dans l'alcool éthylique que celui-ci est plus faible, soit dans 340 parties d'alcool à 95°, 103 à 90°, 69 à 80°, 37 à 70° et 16 d'alcool à 60°. Il est à peu près insoluble dans l'alcool méthylique absolu.

L'asparagose chauffé au bloc Maquenne se ramollit vers 185° et fond à 198°-200°. Le pouvoir rotatoire du corps anhydre est $\alpha_D - 35°,1$.

Composition. Propriétés chimiques. — L'asparagose possède la composition des hydrates de carbone de formule générale $(C^6H^{10}O^5)^nH^2O$, se rapprochant de la limite $C^6H^{10}O^5$. La cryoscopie indiquerait que cette formule devrait être multipliée par 15 ou 16.

Il donne par hydrolyse un mélange de lévulose et de glucose. Chauffé pendant une heure avec de l'acide acétique à 5 pour 100, il a donné un mélange sucré dont α_D brut était de $-82°,1$; un tel mélange correspondrait à 93 pour 100 de lévulose et 7 pour 100 de glucose (soit $\frac{1}{13}$ de glucose). Par passage à la chaux, selon la méthode classique, on en a retiré le lévulose qu'on a fait cristalliser dans l'alcool absolu. Quant au glucose, en quantité trop faible pour pouvoir être isolé en nature, on l'a caractérisé dans les eaux mères du lévulosate de chaux en le transformant en saccharate acide de potassium.

L'asparagose dissous dans l'eau ne précipite pas par l'eau de baryte froide. Il précipite au contraire par une solution de baryte concentrée et tiède, s'il est lui-même dissous dans quelques parties d'eau seulement : mais le précipité se redissout dans un excès de la solution barytique. On ne pourrait donc pratiquement le préparer par la baryte seule, comme pour

---

(1) Le saccharose a été isolé en nature en le faisant passer à l'état de saccharate de baryte, décomposant celui-ci par CO^2, et faisant cristalliser le sucre dans l'alcool méthylique.

l'inuline, la pseudo-inuline, l'inulénine, etc. (1). C'est pourquoi l'alcool est nécessaire pour précipiter la combinaison barytique. Celle-ci répond à la formule $(3C^6H^{10}O^5, BaO)^n$.

L'asparagose est sans action sur la liqueur de Fehling. Il ne donne pas de coloration par l'iode.

L'invertine de la levure le dédouble, mais avec une grande lenteur : l'hydrolyse n'est à peu près complète qu'au bout d'un mois et demi. En présence d'un sucre fermentescible, il est lentement consommé par la levure.

Le suc des racines d'asperges en contient environ 67^g pour 1000.

Pseudo-asparagose. — Les eaux mères d'où s'est déposé l'asparagose sont évaporées à siccité et le résidu est repris par l'alcool méthylique absolu bouillant. L'alcool est ensuite distillé; puis par la baryte et l'alcool ordinaire on fractionne le résidu, redissous dans l'eau, jusqu'à ce qu'on arrive à des produits ayant $\alpha_D = 30°,3$. La solution évaporée donne le pseudo-asparagose.

C'est une masse blanche, légèrement hygrométrique, que je n'ai pas réussi à faire cristalliser. Le produit est soluble dans l'eau froide en toutes proportions, beaucoup plus soluble dans l'alcool éthylique aux différents titres que l'asparagose. Il se dissout à froid dans 40 fois son poids d'alcool méthylique absolu, alors que l'asparagose y est insoluble.

Quand on l'hydrolyse, son pouvoir rotatoire s'élève à $\alpha_D - 71°,7$, ce qui correspond à 86 pour 100 de lévulose et 14 pour 100 de glucose. Il se dédouble lentement par l'invertine.

Le pseudo-asparagose ne précipite par la baryte qu'en présence d'alcool.

L'asparagose et le pseudo-asparagose se trouvent dans l'asperge en proportions sensiblement égales.

L'asparagose et le pseudo-asparagose ont presque totalemeut disparu dans l'asperge comestible où l'on ne trouve plus guère que des sucres réducteurs (les $\frac{10}{11}$). Par contre, je les ai retrouvés dans les baies vertes : ils en disparaissent au cours de la maturation, de sorte que les baies rouges ne contiennent plus que des corps réducteurs.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle des bacilles fluorescents de Flügge en Pathologie végétale.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Prillieux.

Très répandus dans l'air, l'eau et les couches supérieures du sol, les deux bacilles fluorescents de Flügge (*Bacillus fluorescens liquefaciens* et *putridus*)

(1) Charles Tanret, *Comptes rendus*, 1893.

se rencontrent dans les putréfactions et sont bien, comme je vais le montrer dans cette Note, la cause de diverses gangrènes humides qui se produisent chez nos végétaux cultivés.

Les caractères morphologiques et les propriétés biologiques de ces deux espèces sont très connus. Je rappellerai seulement que ces microbes ne forment pas de spores, qu'ils ne prennent pas le Gram, que les cultures dégagent une odeur fécaloïde et présentent une réaction alcaline, qu'enfin ils donnent dans beaucoup de milieux une belle fluorescence verte. L'un d'eux liquéfie la gélatine, l'autre non.

Cette dernière propriété, les différences plus ou moins grandes constatées dans la coloration verte du milieu, dans l'odeur dégagée, dans la rapidité de formation, l'importance du voile sur bouillon et l'abondance du dépôt formé, dans le pouvoir pathogène pour les animaux, le lapin notamment, ont conduit quelques bactériologistes à distinguer plusieurs variétés de ces deux bacilles et même à créer, au sujet de pourritures des plantes, un certain nombre d'espèces nouvelles (*Bacillus caulivorus, brassicævorus, æruginosus,* etc.).

Or, avant de conclure à des différences spécifiques de formes affines, il faut être bien sûr que ses milieux de culture sont toujours les mêmes ; il faut aussi tenir compte du degré de variabilité des espèces étudiées. Ainsi le pouvoir liquéfiant est influencé par la réaction du milieu gélatine, le pouvoir fluorescent est lié, d'après Gessard (¹), à la présence des phosphates, etc.

Partant d'un *fluorescens liquefaciens* donnant une belle coloration vert urane, j'ai eu souvent des cultures d'un vert plus jaune, des cultures à voile plus ou moins apparent, à odeur fécaloïde plus ou moins prononcée. M. Pinoy (²) rapporte que le *Bacillus fluorescens liquefaciens* cultivé en association avec le *Dictyostelium mucoroides* depuis plus de 5 ans ne donne plus de fluorescence ni dans le bouillon, ni sur la gélose, que son pouvoir liquéfiant a diminué, qu'un exemplaire de cette espèce, recueilli par M. le Dr Binot au mont Blanc et conservé dans les collections de l'Institut Pasteur, ne liquéfie plus la gélatine aujourd'hui.

Le même auteur ajoute que très probablement toutes les espèces fluorescentes créées dans ces dernières années ne sont que des variétés d'une seule et même espèce, le *Bacillus fluorescens.*

En 1890, peu après l'apparition de l'important Ouvrage de Flügge sur les Microorganismes, Prillieux et Delacroix (³) décrivaient un *Bacillus cau-*

(¹) Gessard, *Sur la fonction fluorescigène des microbes* (*Annales de l'Institut Pasteur,* t. VI, 1892, p. 801).

(²) Pinoy, *Rôle des bactéries dans le développement de certains Myxomycètes* Thèse de Doctorat, Paris, 1907, p. 20).

(³) Prillieux et Delacroix, *Comptes rendus,* t. CXI, juillet 1890, p. 208).

livorus qui produit la gangrène de la tige chez la Pomme de terre, les *Pelargonium*, *Begonia*, *Gloxinia*, *Clematis*, etc. Or ce bacille a tous les caractères du *fluorescens liquefaciens*, ainsi que l'a fait remarquer Laurent (¹), que Delacroix (²) a paru l'admettre depuis et que je l'ai moi-même vérifié maintes fois. Delacroix (³) attribue à la forme non liquéfiante la pourriture de la moelle du Tabac et à la forme liquéfiante la pourriture des semis.

J'ai eu l'occasion d'observer des cas assez graves de gangrène humide des Carottes et des Rutabagas à l'École de Grignon, qui s'étaient manifestés dans des terres trop longtemps recouvertes par les eaux impures d'un ruisseau traversant le domaine. Or l'agent de cette gangrène était le *Bacillus fluorescens liquefaciens*. Il en était de même pour la pourriture de la moelle du Sainfoin en Champagne; dans ce cas, comme dans celui du Tabac cité plus haut, le bacille venait après une attaque d'insectes.

En 1905 et 1906, j'ai eu à m'occuper de la pourriture des Choux-fleurs dans la région du nord de la France. Là encore j'ai pu me convaincre que les jeunes feuilles du cœur étaient attaquées par la forme non liquéfiante du *fluorescens*. Le *Bacillus brassicævorus* G. Del. n'est donc que le *Bacillus fluorescens putridus* (⁴). Ce bacille, apporté par les limaces et les chenilles, se développait grâce à l'humidité extrême du marais où les Choux-fleurs étaient cultivés. Je l'ai retrouvé à la Station de Pathologie végétale sur l'inflorescence développée de ces plantes présentant çà et là des taches de pourriture.

L'an dernier, j'ai pu observer que des Tomates élevées en serres, des Melons élevés sous châssis et dont les tiges se couvraient de moisissures blanches paraissant plutôt saprophytes que parasites, étaient, en réalité, atteints au pied de gangrène humide due au *fluorescens;* une fois le pied malade, des Mucédinées banales se développaient sur la partie aérienne.

Enfin, au cours d'un voyage dans le Sud-Ouest, j'ai prélevé de nombreux échantillons de chancre du Tabac ou anthracnose, qui est très commun dans les années humides, et si préjudiciable aux planteurs. L'étude bactériologique que j'en ai faite m'a amené à conclure que le *Bacillus æruginosus* G. Del. n'est autre que le *fluorescens putridus*.

(¹) Laurent, *Recherches expérimentales sur les maladies des plantes* (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIII, 1899, p. 1).

(²) G. Delacroix, *Sur une altération des tubercules de la Pomme de terre* (*Annales de l'Institut agronomique*, 2ᵉ série, t. III, fasc. 1, 1904).

(³) G. Delacroix, *Recherches sur quelques maladies du Tabac en France* (*Annales de l'Institut agronomique*, 2ᵉ série, t. V, fasc. 1, 1906).

(⁴) Ed. Griffon (*Bull. de l'Office des Renseignements agricoles*, n° 7, 1906, et *Annales de Grignon*, 1908).

En somme on peut considérer comme établi qu'un certain nombre de formes bactériennes fluorescentes, pathogènes pour les plantes, ne sont que des variétés des *Bacillus fluorescens liquefaciens* et *putridus*, si tant est que ces deux microbes constituent bien deux espèces distinctes.

Il n'y a plus lieu de conserver les dénominations spécifiques de *caulivorus, brassicœvorus* et *œruginosus,* et il est vraisemblable que cette conclusion se rapporte à d'autres espèces voisines sur lesquelles je compte pouvoir appeler prochainement l'attention.

Le *fluorescens,* répandu partout, se développe bien grâce à l'humidité et engendre de nombreux cas de pourriture chez les plantes. Il est bien, selon les idées de Laurent, un saprophyte qui s'adapte facilement au parasitisme. Là où il exerce ses ravages, il faut non seulement brûler les parties atteintes pour détruire les germes dangereux, maïs encore lutter contre l'humidité, faire choix de variétés peu sensibles et observer la rotation des cultures.

Une autre précaution, dont on parle beaucoup depuis les recherches de Laurent, consiste dans l'emploi d'une fumure appropriée qui procurerait à la plante une certaine immunité : peu d'engrais organiques azotés, beaucoup de phosphates et de sels potassiques. Les résultats des essais que j'ai entrepris sous ce rapport et de ceux que j'ai suivis çà et là ne me paraissent pas très encourageants. Sans les considérer comme négligeables, je crois pouvoir dire qu'une atmosphère humide, un sol mouilleux, une variété peu résistante restent encore, d'une manière générale, les facteurs essentiels qui provoquent la pourriture due au *fluorescens*. Ce sont donc ceux-là qu'on doit surtout viser dans le traitement. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que ces facteurs ont bien toujours été considérés comme tels par les praticiens.

Il y aurait bien encore à signaler les tentatives d'immunisation des plantes par inoculation de cultures atténuées ou par arrosage avec des produits de cultures virulentes; mais elles sont restées jusqu'ici — et pour cause probablement — dans le domaine du laboratoire; il n'y a donc pas lieu, pour le moment du moins, d'en tenir compte dans la pratique.

BOTANIQUE. — *Étude biométrique des pépins d'un* Vitis vinifera *franc de pied et greffé*. Note de M. **P. Seyot**, présentée par M. G. Bonnier.

L'on sait qu'à la suite de la crise phylloxérique, presque tous les viticulteurs ont reconstitué leurs vignobles par le greffage du *Vitis vinifera* sur Vignes américaines.

Bien que la reconstitution date depuis plus de 40 ans en certaines régions, la question des effets du greffage de la Vigne donne lieu, aujourd'hui encore, à de vives controverses. Les uns admettent que la Vigne française et la Vigne américaine sont sans action l'une sur l'autre et vivent chacune comme si elle était seule; les autres, au contraire, admettent que le sujet et le greffon s'influencent mutuellement à des degrés divers.

Jusqu'ici l'on a bien apporté, à l'appui de chacune de ces opinions, des faits parfois contradictoires, étudiés d'après les méthodes habituelles d'observation usitées dans les sciences expérimentales. Personne ne s'est jusqu'ici servi à cet effet des procédés de la biométrie, bien que cette science ait pris depuis quelque temps une importance toute particulière en sciences naturelles. Je me suis proposé de combler cette lacune. Comme premier sujet d'études dans cette voie, j'ai choisi les pépins, organes considérés par certains ampélographes comme présentant des caractères remarquables de fixité.

Les matériaux de mes recherches m'ont été fournis par M. Baco, instituteur à Bélus (Landes), qui a dirigé la reconstitution de sa région et possède plusieurs champs d'expériences où sont cultivés comparativement des ceps francs de pied côte à côte avec des ceps de même nature greffés sur sujets variés. Ceux-ci ayant la même origine que le franc de pied, et se trouvant dans des conditions semblables, en dehors de la greffe, les différences, lorsqu'il y en a, ne peuvent provenir que du mode de vie symbiotique.

Dans un assez grand nombre de grappes aussi comparables que possible et provenant de ceps d'un même cépage, le Tannat franc de pied et greffé sur 10 sujets différents, j'ai choisi dans chaque série, en 1908, un nombre suffisant de grains de raisins mûrs pour faire le poids de 1^{kg}. Après avoir extrait le moût et enlevé la pulpe, j'ai recueilli tous les pépins, puis je les ai décortiqués en les traitant quelques minutes par l'eau de Javel et en les brassant ensuite avec du sable fin. J'ai constaté que le nombre des pépins ainsi obtenus, d'un même poids de raisins mûrs, variait de 900 à 1400 environ dans les Tannats greffés; il a été de 1237 dans le franc de pied. En outre, leur coloration était variable non seulement d'un lot à un autre, mais encore dans un même lot. La couleur pouvant, jusqu'à un certain point, être considérée comme un criterium de la maturité, j'ai choisi dans chaque lot 850 pépins de même teinte, et ce sont ces organes bien mûrs, issus de grains de raisin bien conformés, que j'ai soumis à une mensuration méthodique. Comme on le voit, je me suis volontairement placé dans des conditions telles que les pépins devaient présenter le minimum de variation à la suite de la greffe.

Pour obtenir des mesures bien exactes, j'ai dessiné les contours de chaque pépin à la chambre claire, au grossissement de 25 diamètres, et, sur ces dessins, j'ai établi 17 mensurations qui m'ont fourni, pour chaque série,

17 colonnes de chiffres à l'aide desquelles j'ai établi les courbes de variation de chaque dimension choisie. L'unité de longueur employée a été le dixième de millimètre. Voici les résultats obtenus : 1° pour le Tannat franc de pied; 2° pour le Tannat greffé sur Riparia Gloire et pour le Tannat greffé sur 41 B Millardet.

Dans le Tannat franc de pied, les 17 courbes ont toutes une régularité assez prononcée et ne présentent qu'un seul sommet. On peut donc dire que cette vigne est *pure de race* et qu'elle se trouve dans des conditions de vie telles que ses graines se développent d'une façon normale. Chez le Tannat greffé, dans les deux cas, on trouve, pour certaines dimensions, des courbes à plusieurs sommets; l'amplitude de la variation diffère de celle du franc de pied; les points critiques des courbes sont presque toujours déplacés; enfin certaines courbes sont plus régulières que les courbes correspondantes du franc de pied.

Deux séries de ces courbes sont particulièrement intéressantes; ce sont celles qui se rapportent à la longueur du bec et à la largeur de l'extrémité de celui-ci. Ces deux dimensions sont souvent indiquées comme ayant la valeur de *caractères spécifiques*. Or, dans le franc de pied comme dans les greffes sur Riparia Gloire et sur 41 B, les courbes relatives à la longueur du bec sont bien à un seul sommet, mais les points critiques diffèrent notablement. Ils se trouvent aux chiffres 9, 18 et 30 pour le franc de pied; aux chiffres 8, 15 et 23 pour le Tannat greffé sur Riparia Gloire, et aux chiffres 7, 12 et 20 pour le Tannat greffé sur 41 B. La courbe la plus régulière, la plus voisine d'une courbe théorique, est celle du Tannat greffé sur Riparia Gloire. Ces résultats montrent nettement que le caractère de la longueur du bec est influencé par la greffe; que, suivant le sujet, cette influence est plus ou moins prononcée et peut s'orienter dans un sens donné.

La courbe relative à la largeur de l'extrémité du bec présente, dans le franc de pied, les points critiques 4, 7 et 12; dans le Tannat greffé sur Riparia Gloire, 6, 8, 12, 13 et 19; dans le Tannat greffé sur 41 B, 6, 8 et 15. Les courbes du franc de pied et du 41 B sont très comparables; il y a seulement déplacement des points critiques et l'on peut dire que le sujet 41 B a simplement une tendance à augmenter la largeur du bec des pépins du greffon. La courbe du Tannat greffé sur Riparia Gloire est des plus remarquables, car elle est à deux sommets correspondant l'un au chiffre 8, l'autre au chiffre 13. Ce deuxième sommet est en dehors de la limite de variation du franc de pied et possède une grande valeur. En effet, 221 graines sur 850 ont une largeur du bec supérieure à 12 dixièmes de millimètre, chiffre qui n'est atteint que par 7 pépins du franc de pied. Dans le Tannat greffé sur Riparia Gloire, 56 ont cette dimension, 87 ont 13 dixièmes, 62 en ont 14, 52 en ont 15, 13 en ont 16, etc. A ne considérer que cette courbe, on se croirait en présence d'un caractère fourni par une plante ayant dans son hérédité *un mélange de deux races* bien distinctes. Tel n'est pas le cas cependant; il

n'y a pas possibilité qu'il en soit ainsi grâce à l'origine des greffons et au contrôle qui nous est fourni par l'ensemble si homogène des caractères du Tannat franc de pied obtenu et cultivé dans les mêmes conditions que les ceps greffés.

En résumé, ces recherches permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° La greffe a eu une influence marquée sur les caractères des pépins du Tannat greffé dans la région landaise;

2° Un caractère du pépin de ce cépage peut être accentué ou diminué suivant le sujet employé.

3° Dans certains cas, la variation, au point de vue du polygone de variation d'un caractère déterminé du pépin de cette vigne, s'est comportée d'une façon comparable à celle que fournit l'hybridation sexuelle.

BOTANIQUE. — *Sur la prétendue utilisation de l'azote de l'air par certains poils spéciaux des plantes.* Note de M. **François Kövessi**, présentée par M. G. Bonnier.

Dans une Communication précédente, M. Jamieson a publié une étude *Sur l'utilisation de l'azote de l'air par les plantes* [1]. Cet auteur déclare que, dans toutes les plantes étudiées, il a constaté qu'il existe des poils qui absorbent l'azote libre de l'air et le transforment en albumine. Selon M. Jamieson, « l'albumine n'existe pas dans le poil à sa formation, *elle n'apparaît que quand ce poil a subi le contact de l'air* ». Pour démontrer, avant et après l'assimilation, le manque ou l'existence des substances albuminoïdes, l'auteur a employé les trois réactifs bien connus : l'iode, le réactif de Millon et le biuret. Dans le résumé de ses conclusions, il s'exprime ainsi : « Ces organes, que j'appelle producteurs d'albumine, ne se rencontrent, en règle générale, que sur les parties tendres des limbes ou des pétioles des feuilles toutes jeunes; au début de leur formation, *ils ne contiennent pas d'albumine;* lorsque ces organes sont complètement développés, la production d'albumine commence, le poil se remplit d'une quantité parfois considérable d'albumine; cette condition dure un certain temps; l'albumine est ensuite absorbée. »

Après M. Jamieson, MM. G. Zemplén et G. Roth se sont occupés de la

---

(1) *Annales de la Science agronomique française et étrangère,* t. I, 1908, p. 61-132.

même question [1]. Ils sont arrivés à un résultat analogue; l'azote de l'albumine produit dans les poils viendrait, par la voie de l'assimilation, de l'air atmosphérique.

Comme on ne peut supposer de cellules sans protoplasma, qui est une sorte de substance albuminoïde, cette doctrine me parut douteuse. Pour le vérifier, j'ai fait deux séries d'expériences : l'une dans une atmosphère gazeuse privée d'azote, l'autre dans l'air ordinaire comme témoin. J'ai traité comparativement les poils développés sur les feuilles par les réactifs cités plus haut.

D'après M. Jamieson, les poils ne contiendraient de l'albumine que dans le cas où ils ont subi le contact de l'air dont ils absorbent l'azote libre; si cela était exact, pour des plantes cultivées dans des gaz privés d'azote, les poils ne se développeront pas, ou, s'ils se développent, ils ne donneront point les réactions de l'albumine.

Les plantes étudiées sont : *Spergula arvensis*, *Vicia Faba*, *Vicia sativa*, *Brassica Napus*, *Hordeum sativum*, *Avena sativa*, *Triticum sativum*, *Robinia Pseudacacia*, *Robinia hispida*, *Carpinus Betulus*, *Acer platanoides*, *Juglans regia*, *Caria alba*, *Æsculus Hippocastanum*, *Castanea vesca*, *Corylus avellana*, *Ribes Grossularia*, *Viburnum Opulus*, *Sorbus aucuparia*, etc.

J'ai cultivé ces plantes dans des vases en verre hermétiquement fermés. J'ai employé comme sol du sable lavé avec des acides, des alcalis et de l'eau distillée. J'ai ajouté à ce sable du liquide bien connu de M. Crone. De ce sol nutritif il se ne dégage dans l'atmosphère du vase ni ammoniaque, ni azote, ni composé azoté. Dans ce milieu, j'ai placé les boutures des arbres ou les graines des plantes. Après avoir hermétiquement fermé ces vases et chassé l'air, je les ai remplis d'oxygène pur, lequel a été préparé par voie électrolytique. En répétant trois fois l'évacuation et le remplissage, j'ai de ce fait purifié le milieu, à ce point qu'il n'y est resté aucune trace d'azote. Durant l'expérience, j'ai établi un courant d'oxygène développé par 2 ou 3 ampères, dans le but d'emporter le gaz accidentellement développé, et de remplacer l'oxygène utilisé par la respiration. Lorsque les plantes ont commencé à pousser et à verdir, je leur ai donné du gaz carbonique pour que l'assimilation se produise.

Afin de contrôler constamment l'expérience, j'ai fait passer les gaz à leur sortie des vases dans de l'eau distillée et dans une solution de potasse; puis, j'ai recherché dans ces liquides l'ammoniaque par la réaction de

---

[1] *Erdészeti Kisérletek*, 1908, 1-2 et 3-4. Voir encore *Ann. Sci. agr. franç. étr.*, t. I, fasc. 2, 1909.

M. Nessler. Pour constater l'absence ou la présence d'azote, j'ai employé la méthode de Cavendish; c'est-à-dire j'ai essayé de brûler l'azote par l'étincelle électrique de 15^{cm} de longueur. J'ai conduit ensuite les gaz à travers une solution de potasse, puis *une solution d'acide sulfurique*. J'ai recherché dans ces liquides la présence de l'azote par les méthodes les plus sensibles connues aujourd'hui. J'ai prouvé, par ces contrôles, la pureté complète de l'atmosphère de mes vases.

Pour les témoins, j'ai cultivé les plantes dans des vases, avec un sol et la liqueur nutritive de M. Crone, de façon semblable, avec cette seule différence que j'y ai laissé pénétrer l'air libre.

A la fin de l'expérience, ayant ouvert les vases, j'ai coupé immédiatement les plantes à étudier, je les ai immergées tout de suite dans les réactifs cités plus haut, et je les ai examinées ensuite au microscope. Je puis énoncer les résultats suivants :

Les poils des plantes cultivées, soit à l'air libre, soit dans des milieux privés d'azote, se développent exactement de la même manière; il en est de même des « poils spécialisés » étudiés par MM. Jamieson, Zemplén et Roth.

Les poils pris sur des organes de même âge et également développés produisent dans les deux cas, avec les réactifs cités plus haut, des résultats semblables.

L'expérience démontre donc d'une manière évidente que l'azote des substances albuminoïdes décelées par ces réactions ne vient pas de l'azote de l'air.

BOTANIQUE. — *Les graines tuées par anesthésie conservent leurs propriétés diastasiques.* Note de MM. **Jean Apsit** et **Edmond Gain**, présentée par M. G. Bonnier.

Il a été démontré qu'une graine peut ne plus posséder la faculté germinative et conserver encore pendant longtemps des diastases actives. Il en est ainsi de certaines graines qui sont restées plus de 100 ans à l'état de repos [1].

Si l'on soumet une graine à l'anesthésie, pendant un temps suffisant, cette graine ne peut plus germer. On peut se demander si les facultés diastasiques survivent ici à la perte du pouvoir germinatif.

---

[1] Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Sur la durée de la peroxydiastase des graines* (*Comptes rendus*, déc. 1907, et *Comptes rendus*, 9 mars 1900).

Dans l'incertitude où l'on se trouve d'interpréter en quoi consiste le système chimique qui est doué de la propriété diastasique, cette question présente un certain intérêt.

Pour la résoudre, nous avons appliqué la méthode décrite dans une Note antérieure (¹).

a. On prépare de l'empois d'amidon stérile; *b*, on fait une solution stérile de l'amylase supposée pouvant exister dans des graines tuées par un anesthésique; *c*, on ensemence l'empois avec la solution *b* et l'on place le flacon stérile à l'étuve à 35°.

On dose le sucre qui peut exister au début et à la fin de l'expérience.

Dans nos expériences, des grains de blé de Noë gonflés ont été anesthésiés par immersion dans l'éther sulfurique liquide pendant 90 minutes.

Les grains ainsi traités ne donnaient plus ensuite aucune germination lorsqu'on les plaçait dans des circonstances favorables au réveil germinatif.

Ces grains, tués par l'anesthésie, sont lavés par l'eau distillée stérile; broyés dans de l'eau stérile, ils donnent un liquide qui est filtré sur bougie et ajouté à de l'empois stérile.

Avec des graines du même lot, non anesthésiées et choisies comme témoins, on a opéré rigoureusement de la même manière, toutes les conditions de poids étant semblables.

Voici le résultat du dosage du sucre par la liqueur de Fehling :

Durée des expériences.	Quantités de sucre pour 100 d'amidon. Amidon et amylase des grains tués par l'éther.		Amidon et amylase des grains sains non anesthésiés.	
Première expérience : 3 jours....	20,29	Sucre formé pendant l'expérience	18,93	Sucre formé pendant l'expérience
Deuxième expérience : 8 jours....	21,06		18,31	
Troisième expérience : 12 jours..	21,54		18,31	

On voit que la mort de la graine par anesthésie laisse subsister la faculté diastasique, *avec son activité normale*.

D'autre part, l'expérience classique décrite antérieurement (²) permet d'affirmer aussi que les graines tuées par l'anesthésie sont encore pourvues de la faculté peroxydiastasique.

Conclusions. — Les grains de blé tués par l'éther sulfurique sont encore

(¹) Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Sur la présence de l'amylase dans les vieilles graines* (*Comptes rendus*, février 1909).

(²) Brocq-Rousseu et Edmond Gain, *Oxydases et peroxydiastases des graines* (*Revue générale de Botanique*, février 1909).

pourvus des propriétés amylasique et peroxydiastasique. A cet égard, ils conservent leurs propriétés industrielles.

C'est un exemple de plus, où l'on voit se conserver les propriétés diastasiques de la graine, après la disparition de la faculté germinative.

PHYSIOLOGIE. — *De la sensation du relief.* Note [1] de M. **A. Quidor**, transmise par M. Yves Delage.

Les instruments destinés à l'observation binoculaire et directe des objets ou de l'espace rendent généralement plus grand l'angle de convergence ou parallaxe angulaire de chacun des points observés. Ce résultat s'obtient soit en rendant plus grand le diamètre apparent des objets soit en rendant la base visuelle de l'instrument plus grande que celle de l'observateur. On emploie la jumelle dans le premier cas et le téléstéréoscope dans le second. Les jumelles téléstéréoscopiques augmentent à la fois le diamètre apparent des objets et la base visuelle de l'instrument.

On admet qu'en rendant n fois plus grand le diamètre apparent d'un objet une jumelle de grossissement n rend n fois plus grand le relief de cet objet. De même le téléstéréoscope dont la base visuelle serait p fois plus grande que celle de l'observateur rendrait le relief des objets observés p fois plus grand. Enfin le relief d'un objet regardé avec une jumelle téléstéréoscopique, synthèse des deux instruments précédents, serait rendu np fois plus grand.

Si, dit-on, les angles de convergence de deux points A et B dont les valeurs respectives sont α et β dans l'observation directe deviennent $n\alpha$ et $n\beta$ par l'emploi d'un instrument d'optique, l'observateur, pour passer du point B au point A, est obligé de faire un effort identique à celui que nécessiterait l'observation de deux points dont la distance serait n fois plus grande que celle qui sépare les points A et B.

Or la parallaxe seule ne peut caractériser le relief d'un corps. Ce serait admettre en effet que deux reproductions d'un même objet faites à des échelles différentes auraient un relief différent.

La différence d'efforts de convergence nécessaire pour passer du point le plus rapproché d'un objet au point visible le plus éloigné sera, par définition, le relief absolu de cet objet.

Le relief absolu sera exprimé par le nombre qui mesure la différence des parallaxes des points extrêmes de cet objet si l'on prend pour unité d'efforts

(1) Transmise dans la séance du 21 juin 1909.

de convergence celui que nécessite l'observation successive de deux points du plan médian dont la différence des parallaxes est égale à l'unité d'angle.

Par définition, le relief relatif d'un objet sera le rapport $\frac{\Delta}{\beta}$ de son relief absolu Δ à son diamètre apparent β. Ce rapport caractérise le relief du corps. Deux reproductions d'un même objet, placé à la même distance de l'observateur, ont en effet même relief relatif.

Le relief relatif d'un objet dépend de la distance qui le sépare de l'observateur. Les variations qu'il subit sont soumises aux lois suivantes établies au moyen du microscope stéréoscopique Quidor-Nachet.

Principe I. — Pour une inclinaison donnée, le relief relatif ne dépend pas du grossissement.

Principe II. — L'inclinaison devenant 1, 4, 9, 16 fois plus grande, le relief relatif devient 1, 2, 3, 4 fois plus grand.

Principe III. — La distance de l'observateur devenant 1, 4, 9, 15 fois plus grande ou plus petite, le relief relatif devient 1, 2, 3, 4 fois plus petit ou plus grand.

Ce principe est une conséquence des deux précédents.

Du relief relatif des objets vus au moyen d'une jumelle, d'un téléstéréoscope ou d'une jumelle téléstéréoscopique. — Considérons un objet dont le relief absolu soit Δ et le diamètre apparent β.

Vu avec une jumelle de grossissement n, le relief relatif de cet objet devient $\frac{n\Delta}{n\beta}$, soit $\frac{\Delta}{\beta}$.

Or, le diamètre apparent de cet objet devenant n fois plus grand, sa distance paraît n fois plus petite. Dans l'observation directe, son relief relatif serait à cette distance $\frac{\Delta\sqrt{n}}{\beta}$.

Le relief relatif des objets vus avec une jumelle est donc divisé par la racine carrée du grossissement de cette jumelle.

Ce même objet, regardé avec un téléstéréoscope dont la base visuelle serait p fois celle de l'observateur, aura pour relief relatif $\frac{\Delta p}{\beta}$.

Mais, l'effort de convergence que nécessite la perception de cet objet devenant p fois plus grand, la distance de l'objet paraît p fois plus petite. Son relief relatif serait donc dans l'observation directe $\frac{\Delta\sqrt{p}}{\beta}$.

Il en résulte donc que *le relief relatif des objets vus avec un téléstéréoscope est multiplié par la racine carrée du rapport de la base visuelle de l'instrument à celle de l'observateur.*

Enfin, avec la jumelle téléstéréoscopique, le relief relatif de cet objet serait $\frac{np\Delta}{n\beta}$ ou $\frac{\Delta p}{\beta}$, n étant le rapport des distances focales de l'objectif et de l'oculaire, et p le rapport des bases visuelles de l'instrument et de l'observateur.

La distance de l'objet paraissant np fois plus petite, son relief relatif serait dans l'observation directe $\frac{\Delta\sqrt{np}}{\beta}$.

Le relief relatif des objets observés par une jumelle téléstéréoscopique est donc multiplié par $\sqrt{p}$ comme dans les téléstéréoscopes et divisé par $\sqrt{n}$ comme dans les jumelles.

ANATOMIE. — *Note sur la structure de l'amygdale pharyngienne des Crocodiliens (Crocodilus crocodilus* Linn. et *Crocodilus palustris* Less.), par **L. Papin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Stannius (1), Rathke (2) ont décrit chez *Crocodilus crocodilus* Linn., au niveau du pharynx, des formations qu'ils rattachèrent, le premier à l'amygdale palatine, le second à l'amygdale tubaire des Vertébrés supérieurs. Killian (3) étudia la même espèce et conclut qu'il s'agissait en réalité d'un organe homologue de l'amygdale pharyngienne des Mammifères. Sa description se rapporte à des exemplaires de 38^{cm} à 41^{cm} de long.

J'ai eu l'occasion d'examiner un exemplaire adulte de *Crocodilus crocodilus* Linn. et plusieurs exemplaires jeunes de *Crocodilus palustris* Less., mesurant 40^{cm} de long.

Chez *Crocodilus crocodilus*, on trouve à la voûte du pharynx, à 1^{cm} en arrière des choanes, un sillon semi-lunaire, à concavité regardant en arrière et dont les deux extrémités viennent presque au contact sur la ligne médiane. En dedans de ce sillon, il existe, de chaque côté, deux autres sillons, l'un externe, l'autre interne, à direction antéro-postérieure, légèrement concaves en dedans, mesurant 1^{cm} de long. Ils délimitent trois replis muqueux. Sur la ligne médiane, séparé des deux replis internes droit et gauche, on voit une sorte de tubercule, plus élevé que les replis muqueux environ-

(1) Stannius, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere*, 1846, p. 206 et 297.

(2) Rathke, *Ueber den Körperbau der Krokodile*. Wien, 1862.

(3) Killian, *Ueber die Bursa und Tonsilla pharyngea* (*Morph. Jahrb.*, Band XIV, 1888, p. 618).

nants; c'est la région de l'infundibulum tubaire. En dehors de ce premier groupe, on trouve un second ensemble de plis, nettement séparé du précédent par un sillon long de $1^{cm},5$, large de 2^{mm}, profond de 3^{mm}, plus profond en arrière qu'en avant. Ce second groupe offre plutôt une disposition rayonnante, en éventail, les sillons convergeant en arrière. Il comprend, de chaque côté, quatre replis de la muqueuse dont la longueur va en diminuant d'avant en arrière: le plus antérieur mesurant $1^{cm},5$, le plus postérieur $0^{cm},5$; par contre, la profondeur des sillons limitants augmente d'avant en arrière. Enfin, les sillons sont plus profonds en arrière qu'en avant; le sillon postérieur présente les caractères d'une véritable crypte amygdalienne. Ajoutons qu'il existe de chaque côté deux petits sillons accessoires très peu marqués.

On trouve donc, à la voûte du pharynx chez les Crocodiliens, deux formations bien distinctes : l'une impaire, médiane, nettement séparée par un sillon annulaire, formée de chaque côté par trois replis muqueux; elle a la valeur d'une amygdale tubulaire; l'autre, plus volumineuse, paire, formée par quatre replis de chaque côté; elle est l'homologue de l'amygdale pharyngienne des Mammifères. Killian n'a sans doute examiné que de jeunes spécimens.

Chez cette espèce, sur des individus de 40^{cm} de long, l'amygdale s'étend à 2^{mm} en arrière des choanes; elle mesure 5^{mm} de long sur 8^{mm} de large. L'infundibulum tubaire est un petit tubercule de 3^{mm} de long sur 2^{mm} de large. Autour de lui sont groupés les replis tonsillaires, au nombre de quatre de chaque côté, mesurant 1^{mm} de hauteur et $0^{mm},5$ d'épaisseur; leur longueur diminue de dedans en dehors et d'avant en arrière; le bourrelet antérieur a 4^{mm}, le bourrelet postérieur $2^{mm},5$. Il n'existe pas, comme chez *Crocodilus crocodilus* adulte, de sillon séparant le tubercule infundibulaire de la région des choanes; d'autre part, les bourrelets tonsillaires ont une direction presque antéro-postérieure, sauf les deux derniers qui sont obliques en dedans; enfin, la disposition paire de l'organe est plus marquée que chez l'adulte. Comme on le voit, cette description concorde avec celle de Killian. Mais il existe un autre bourrelet amygdalien non signalé par lui; il est situé entre le tubercule infundibulaire et le premier repli, au fond d'une dépression profonde; par sa situation, il doit être rattaché à l'amygdale tubulaire.

L'amygdale pharyngienne est revêtue, sur toute son étendue, par un épithélium analogue à celui du pharynx comprenant des cellules cylindriques ciliées et des cellules à mucus en nombre à peu près égal. Au niveau des sillons, on observe presque toujours une infiltration lymphoïde intense; l'épithélium s'aplatit progressivement, perd ses cils et disparaît. Le chorion sous-jacent chez *Crocodilus palustris* est surtout formé de cellules conjonctives fusiformes et anastomosées correspondant à un stade jeune du tissu connectif; remplacées chez *Crocodilus crocodilus* par des faisceaux de fibres et des fibres élastiques.

L'infiltration lymphoïde se présente sous deux formes : 1° sous forme de simples amas leucocytaires; 2° sous forme de tissu lymphoïde vrai.

Les amas leucocytaires se rencontrent dans toute l'étendue de la tonsille. La majeure partie des éléments sont de petits mononucléaires; on trouve à peine çà et là un leucocyte à granulations basophiles. Les rares polymorphes à granulations acidophiles qu'on rencontre dans les coupes sont toujours contenus dans les vaisseaux.

Le tissu lymphoïde est presque toujours localisé au niveau des cryptes les plus pro-

fondes, mais toutes ne sont pas envahies. Les nodules m'ont paru être plus nombreux chez *Crocodilus palustris*.

Le réticulum est très facilement visible, sans préparation spéciale, chez *Crocodilus crocodilus;* il se colore électivement en jaune par le mélange de Van Gieson. Les mailles de ce réseau sont polyédriques dans les parties profondes; mais vers la surface elles s'aplatissent, leur grand axe s'oriente parallèlement à la surface de la muqueuse; elles forment ainsi une sorte de feutrage dans les points où l'épithélium fait défaut. Les éléments contenus dans les mailles du réseau sont de même nature que ceux des amas leucocytaires.

Prenant [1] a décrit chez *Anguis fragilis* une disposition analogue au niveau de la muqueuse pharyngo-œsophagienne. Viollet [2] a signalé, dans les végétations adénoïdes du naso-pharynx, la disparition de l'épithélium remplacé par du tissu lymphoïde.

Il n'a pas été possible de saisir le passage de l'élément épithélial à l'élément lymphoïde comme le voudrait Retterer.

CYTOLOGIE. — *Sur la présence de sphères attractives et de centrosomes dans les cellules issues de la segmentation parthénogénésique de l'œuf de la Poule et sur les caractères de ces formations.* Note de M. **A. Lécaillon**, présentée par M. Henneguy.

En étudiant les cellules qui prennent naissance lors de la segmentation de l'œuf non fécondé de la Poule, j'ai reconnu que ces éléments histologiques contiennent des sphères attractives et des centrosomes. Ce fait présente, à différents points de vue, une importance dont il est facile de se rendre compte.

En premier lieu il est une preuve nouvelle, qui s'ajoute à celles que j'ai précédemment données, que les segments apparaissant dans le germe de l'œuf non fécondé des Oiseaux sont bien de véritables cellules et non pas des fragments se formant sous l'influence de causes d'ordre physico-chimique.

En second lieu il montre que chez les Oiseaux, soit dans la segmentation parthénogénésique, soit dans la segmentation de l'œuf fécondé, les blasto-

---

(1) Prenant, *Sur la présence d'amas leucocytaires dans l'épithélium pharyngien et œsophagien d'*Anguis fragilis (*Bibl. anat.*, t. IV, 1896, p. 21).

(2) Viollet, *Recherches sur la structure histologique des végétations adénoïdes du naso-pharynx* (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie,* 1903, p. 97).

mères produits ont une structure très analogue. Bien qu'encore mal connus au point de vue cytologique, les blastomères qui prennent naissance dans la segmentation normale des œufs fécondés paraissent en effet contenir aussi, d'après les recherches d'Harper (1904) chez le Pigeon, des sphères attractives et des centrosomes.

D'un autre côté, les embryogénistes admettent, pour la plupart, que chez les animaux le centrosome des œufs fécondés a été apporté par le spermatozoïde fécondateur, tandis que le centrosome primitif de l'œuf ne joue plus de rôle. L'exemple de la Poule montre que, tout au moins dans les cas de parthénogenèse, le centrosome primitif de l'œuf peut continuer à jouer un rôle pendant la segmentation et, quand le développement parthénogénésique ne s'arrête pas à un stade aussi précoce que chez les Oiseaux, être l'origine des centrosomes des cellules de l'embryon et de l'adulte. Du reste, les auteurs qui croient que le centrosome n'est pas une formation permanente de la cellule, mais au contraire un élément qui apparaît seulement lors de la division cellulaire, pourraient aussi admettre que la présence de cet élément dans les cellules dérivant d'un développement parthénogénésique est une preuve nouvelle de l'exactitude de leur hypothèse.

J'ai pu observer la présence des sphères attractives et des centrosomes dans les cellules de segmentation au repos, dans les cellules en voie de division indirecte et dans les cellules où le noyau se divise par simple étranglement. Ces éléments se rencontrent même encore dans la plupart des cellules contenant un double noyau et vouées à une dégénérescence très prochaine.

Dans les cellules au repos, la sphère attractive est placée contre le noyau. Elle est toujours très volumineuse. Les noyaux cellulaires étant ici de dimension fort variable, elle paraît tantôt plus volumineuse, tantôt de même dimension, tantôt plus petite que le noyau près duquel elle est placée. Elle a une forme générale sphéroïdale ou ovoïde. Du côté du noyau, sa limite périphérique épouse la forme générale de la membrane nucléaire contre laquelle elle est appliquée. Sur le reste de son contour, elle présente l'amorce de nombreux prolongements disposés radiairement et qui peuvent se suivre plus ou moins loin. Alors que le reste de la cellule contient de nombreux grains de vitellus nutritif, la sphère n'en contient pas. Enfin, certains colorants cytoplasmiques la colorent électivement, tandis qu'ils ne laissent pas de teinte sur le reste du protoplasma cellulaire.

Dans la sphère attractive se trouve le corps spécial qui représente le centrosome. Il a la forme d'une granulation que, par l'emploi de certains colorants, on peut différencier de la substance constituante de la sphère (par exemple, au moyen de l'hématoxyline ferrique). Dans les cellules au repos, où la sphère est appliquée contre la membrane nucléaire, le centrosome paraît plus rapproché du noyau que du bord de la

sphère opposé à ce dernier, et souvent la membrane nucléaire présente un point d'inflexion au niveau qui correspond à la place du centrosome.

Dans les cellules en voie de mitose, la sphère et le centrosome se divisent suivant le processus habituel. La substance de la sphère attractive donne naissance au fuseau de division, lequel se colore nettement comme cette substance elle-même.

Dans certaines cellules où le noyau se divise par simple étranglement et qui vont subir prochainement la dégénérescence, la sphère et le centrosome se divisent néanmoins préalablement à l'étranglement nucléaire. Les deux sphères et les deux centrosomes vont se placer aussi en deux points opposés du noyau, comme dans les divisions nucléaires indirectes. Mais le plan d'étranglement du noyau se dispose alors non pas perpendiculairement, mais parallèlement à la ligne qui passe par les deux centrosomes et les deux sphères. Dans ce cas il ne se forme pas de fuseau et, en conséquence, les deux sphères conservent la forme qu'elles ont dans les cellules au repos; la volumineuse substance qui les constitue reste tout entière disposée autour des centrosomes.

En résumé, tant au point de vue embryogénique qu'au point de vue purement cytologique, les sphères attractives et les centrosomes des cellules qui se forment dans la segmentation de l'œuf non fécondé des Oiseaux sont des éléments dont l'étude ne saurait être négligée, car elle peut contribuer, dans une mesure importante, à la solution de différents problèmes non encore aujourd'hui complètement résolus.

ZOOLOGIE ET GÉOLOGIE. — *Les grottes de Lacave (Lot).* Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. E. Perrier.

Dès 1894, dans son Ouvrage des *Abîmes,* M. Martel émettait en substance cette idée que la partie des cavités souterraines directement accessible à l'homme n'était qu'une très faible partie de celles qui existaient réellement. Qu'on les abordât par leur extrémité libre au bord des vallées, ou par les *avens* qui les faisaient communiquer avec les plateaux supérieurs, toujours on était arrêté soit par des siphons, soit par des bouchons argileux. Un travail de désobstruction devait, selon lui, nous révéler tout une circulation d'eaux souterraines, anciennes ou actuelles, complètement insoupçonnées.

Convaincu que cette assertion était l'expression rigoureuse de la vérité, nous n'hésitâmes pas à passer de la théorie à la pratique, et, quelle qu'ait pu

être l'énormité des sommes engagées dans une pareille entreprise, nous ne regrettons pas d'avoir tenté l'expérience.

Les résultats obtenus aux grottes de Lacave sont assez concluants pour que nous nous permettions de les exposer ici en détail.

En 1902, un abîme vertical (Igue Saint-Sol), situé sur le Causse de Gramat, entre Rocamadour et Souillac (Lot), à 20^{km} du célèbre Puits de Padirac, nous conduisait, après 80^{m} de descente verticale, dans une série de galeries, longues de 1200^{m} environ, et si merveilleuses, si délicatement ornées, que nous jugions tout de suite opportun de les aménager en vue de les rendre accessibles aux touristes.

L'une des extrémités se terminait par un bouchon d'argile, dans la direction de la vallée de la Dordogne. Nous déblayâmes cette argile sur une longueur de 40^{m} environ, nous tenant toujours sous une voûte naturelle.

Comme il devenait impossible de loger les déblais dans les galeries sans altérer leur physionomie pittoresque, nous songeâmes à procéder inversement.

Ces galeries, jadis creusées par une rivière actuellement desséchée, devaient aboutir par des conduits plus ou moins obstrués à la vallée même de la Dordogne. Nous tentâmes donc de remonter de la vallée aux cavités souterraines trouvées.

Une grotte existait qui, en 1902, servait d'église au village de Lacave. C'était une cavité de 20^{m} de haut et de 100^{m} de long. Elle nous parut avoir été jadis le débouché de la rivière cherchée, laquelle rivière, s'étant sans doute frayé un autre lit dans un plan plus bas, ne se manifeste plus aujourd'hui que par une série de sources temporaires à quelques mètres au sud-ouest de l'ancienne issue, à 4^{m} en contrebas. Des déblais appropriés nous firent connaître que cette galerie, dont le sol était un mélange d'argile et d'éboulis, puis de l'argile pure, avait donné asile jadis à une population de l'âge du Renne (époque solutréenne) dont nous retrouvâmes les outils en silex et en bois de Renne et des œuvres d'art d'un réel intérêt [1]. Les foyers de cette population s'étendaient sur les débris rocheux et sur l'argile pure obstruant un siphon.

Un premier point était donc acquis : la rivière ayant creusé les galeries de l'Igue Saint-Sol avait, dès l'époque solutréenne, non seulement achevé le creusement des galeries, mais encore effectué, par ses alluvions, le recomblement d'une portion de la grotte primitivement trouvée.

Nous déblayâmes un siphon qui descendait à 6^{m} et nous conduisit ensuite dans une première cavité libre de 54^{m} de long.

A l'extrémité, nous nous enfonçâmes de nouveau, mais nous rencontrâmes l'eau sous des voûtes mouillantes, ce qui nous força à l'abandonner.

Nous fîmes creuser à la dynamite une galerie artificielle de 5^{m^2} de section, visant l'extrémité connue des galeries de Saint-Sol.

---

(1) ARMAND VIRÉ, *Grotte préhistorique de Lacave* (Lot) (*L'Anthropologie*, t. XVI, 1905).

Au bout de 36^m, nouveau vide de 27^m de long, puis nouveau siphon conduisant à l'eau dans les mêmes conditions. Nous reprîmes la galerie artificielle et pendant 15 mois, jour et nuit, nous continuâmes d'avancer à travers le roc.

Enfin le 27 mai 1905, à 1^h du matin, après 400^m de parcours en plein rocher, le roc cessait et nous entrions dans une série de galeries totalement insoupçonnées.

Leur hauteur moyenne était de 20^m avec un maximum de 60^m (Grand Dôme) et leur longueur de 610^m. Leur ornementation est tellement extraordinaire que nous les livrâmes de suite au public, après y avoir installé la lumière électrique.

Une des salles, le Grand Dôme, était orientée dans la direction des galeries de l'Igue Saint-Sol, et quelques sondages nous firent trouver l'orifice, encombré d'argile, d'une galerie basse allant dans la direction cherchée. Nous la déblayâmes et cheminâmes encore l'espace de 150^m, lorsqu'une grève de nos ouvriers nous arrêta, à moins de 100^m du but; nous n'avons pas encore repris les travaux dans cette direction.

Cependant, outre le percement vers Saint-Sol, une autre question hantait notre esprit, tâcher de retrouver le passage actuel des eaux.

Un point bas se trouvait au bout d'une salle dite *du Lac,* et nous avions songé dès le début à y faire des sondages, pensant trouver là une série de galeries nouvelles devant nous conduire à la rivière rêvée.

Là s'accumulaient les suintements de l'hiver, formant une nappe d'eau, qui pendant plusieurs années arrêta nos projets.

Ce n'est qu'en novembre 1908 que ce point se trouva suffisamment desséché pour que nous pussions y entreprendre des sondages.

Les ouvriers s'enfoncèrent de 10^m dans un bouchon compact, formé de couches alternatives de stalagmite très dure et d'argile.

Enfin le 11 juin 1909 nous trouvions une cavité libre de 55^m de long, puis une série de petits dômes réguliers, d'un diamètre moyen de 10^m, d'une hauteur moyenne de 6^m, séparés les uns des autres par des étranglements de quelques centimètres de diamètre. Le 18 juin, de déblais en déblais, nous arrivions au bord d'une rivière souterraine se poursuivant sur 120^m de long, et se terminant sous un siphon que nous espérons forcer à bref délai. L'ornementation de la vaste salle qui contient cette rivière est de toute beauté.

Tel est le résumé des efforts faits de 1902 à 1909 pour vérifier nos présomptions, et nous pouvons dire que le résultat en est satisfaisant.

Mais la découverte de la rivière souterraine a pour nous encore un autre

intérêt. Nous avons parlé jadis ici même (1) d'un projet de laboratoire zoologique souterrain. Nous avons là maintenant le local tout trouvé.

Nos premières expériences au laboratoire des Catacombes (2), effectuées dans des conditions un peu trop artificielles, nous ont cependant donné des résultats par trop encourageants pour que nous ne soyons pas en droit d'espérer quelque chose de vraiment complet et de vraiment décisif d'observations continues effectuées dans une vraie rivière souterraine et dans un milieu vraiment naturel.

GÉOLOGIE. — *Sur les zones morphologiques de la Suisse occidentale.* Note de M. E. **Romer**, transmise par M. Michel Lévy.

Les observations si exactes de J. Brunhes et les spéculations de W. Kilian ont démontré que la plupart des traits caractéristiques de la sculpture des vallées glaciaires sont le résultat, non pas du creusement par le glacier lui-même, mais de l'érosion sous-glaciaire et interglaciaire. Les grands gradins qui se trouvent le long du profil longitudinal des vallées glaciaires, et qui constituent l'un des traits importants du paysage glaciaire, ne sont cependant pas explicables par l'érosion des eaux courantes seules. Ce phénomène et les grands lacs marginaux qui en sont la conséquence, sont-ils dus au surcreusement?

Me basant sur les Cartes de l'Atlas Siegfried, j'ai dessiné un grand nombre de profils longitudinaux des vallées du bassin du Rhône, de l'Aar, de la Sarine, ainsi que des régions voisines du bassin du Tessin. Les profils coloriés au moyen des Cartes géologiques ont fait ressortir l'influence tectonique passive sur ce phénomène. Les gradins distingués suivant leur hauteur en cinq classes (150m, 300m, 500m, 750m et au-dessus de 750m) et les lignes de plus forte érosion actuelle, reportés sur la Carte générale de la Suisse (1 : 250000), m'ont donné un aperçu de quelques traits morphologiques intéressants pour la Suisse, que je vais signaler.

I. Les grands gradins situés sur le profil longitudinal des vallées se trouvent dans une série de roches dont la dureté est très variable; les roches dures dominent aux points les plus accentués du profil. Puisque le granit

(1) Armand Viré, *La faune souterraine du Puits de Padirac* (*Comptes rendus*, 28 mars 1904). — *La Biospéléologie* (*Comptes rendus*, 5 décembre 1904).

(2) Armand Viré, *Sur quelques expériences effectuées au laboratoire des Catacombes du Muséum d'Histoire naturelle* (*Comptes rendus*, 14 mars 1904).

intrusif de Verampio, le gneiss d'Antigorio ou les quartzites du Trias se montrent sur le fond plat des vallées et que les couches du flysch ou les marnes néocomiennes se trouvent sur l'emplacement des grands seuils, *on peut en conclure que ces faits ne sont pas davantage en accord avec les règles du surcreusement qu'avec celles de l'érosion fluviatile normale.*

Les grands gradins manquent ordinairement au voisinage de la confluence des anciens glaciers.

On peut encore remarquer que la zone des grands seuils s'étend jusqu'à une ligne tectonique : la zone des Cols de Renevier.

Le territoire des Hautes-Alpes se distingue cependant par un trait dynamique qui est en désaccord frappant avec la pente formidable des thalwegs et des versants montagneux; je veux mentionner l'extrême faiblesse de l'érosion actuelle expliquant le fait bien connu de la conservation si fraîche du modelé des vallées glaciaires. La destruction des seuils n'y est pas en rapport avec la pente et la masse d'eau; en outre, l'érosion est normale dans les versants exposés au Sud et au Sud-Est.

La faiblesse de l'érosion dans les vallées secondaires est en connexion avec un transport peu considérable dans les vallées principales : d'où résultent leur masse énorme en terrains de comblement et leur richesse en cônes de déjection et d'alluvion.

La zone des Hautes-Alpes est donc caractérisée par le dépérissement général du modelé actuel par les eaux courantes.

II. En dehors des Hautes-Alpes, dans les Préalpes, les grands seuils disparaissent. On n'en remarque aucun aux confluences des glaciers du bassin de la Sarine, de la Singine et de la Simme; les interruptions exceptionnelles de la courbe d'érosion sont liées ici aux bancs durs (la Jogne). Ce phénomène doit être bien distingué de celui des grands gradins hauts-alpins.

Au lieu de seuils, il existe ici des régions à forts courants séparant des bassins d'accumulation; ceux-ci croissent vers l'aval et finissent par de grandes cuvettes sèches ou souvent inondées.

La zone des bassins d'accumulation et des lacs, spécialement dans la Suisse occidentale est limitée, elle aussi, par une ligne tectonique : l'axe anticlinal de la molasse.

III. Dès que l'on franchit le dernier grand accident de la molasse, on entre dans la troisième zone morphologique de la Suisse : c'est le Plateau, légèrement ondulé, construit horizontalement. *Dans cette région, l'érosion par l'eau courante atteint son maximum.*

Tous les fleuves, quittant les bassins d'accumulation, traversent le Plateau dans des gorges profondes et étroites. Le profil longitudinal irrégulier des vallées est en accord avec leur profil transversal aigu ; les petits ruisseaux arrivent par d'importantes ruptures de niveau dans les vallées principales. Ce phénomène est frappant, surtout si on le compare aux différences insignifiantes des deux niveaux de dénudation. La plate-forme elle-même est pauvre en eaux courantes. Les filets d'eau divaguent en toutes directions; quelques-uns, quoique assez importants, se dirigent parfois au Sud, vers les Alpes.

Les régions morphologiques doivent avoir une raison morphogénétique, et je ne peux la trouver qu'en retournant aux anciennes idées, développées d'une façon si exacte par Albert Heim et ses célèbres prédécesseurs tels que Studer et Desor. Les mouvements dus au tassement des Alpes ne sont cependant pas suffisants pour expliquer l'ensemble des zones morphologiques suisses. *La morphologie des deux zones alpines exige l'hypothèse de plusieurs mouvements épéirogéniques, auxquels l'ensemble des Alpes a pris part.*

Le mouvement de soulèvement a été dans la suite remplacé par un mouvement d'affaissement.

Comme conséquence absolue de ce dernier, nous ne pouvons constater que l'existence des lacs et des grands bassins d'accumulation dans les Préalpes, ainsi que le fait étonnant de la faiblesse de l'érosion dans les Hautes-Alpes. Ces différents phénomènes ne sont explicables que par un abaissement continu de ce territoire jusqu'à nos jours.

La présence des grands lacs marginaux est due à deux causes : *d'une part, à l'abaissement des Alpes en bloc et, d'autre part, au mouvement de bascule qui a fait du même coup monter le Plateau suisse.*

La morphologie de celui-ci est celle d'un pays en voie de rajeunissement; c'est la région classique qui a donné l'impulsion aux premières grandes idées morphologiques.

SISMOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre des 11 et 23 juin.* Note de M. Alfred Angot.

A la suite du tremblement de terre du 11 juin, un questionnaire a été adressé à MM. les Maires de toutes les communes (4508) des 17 départements du Sud-Est. Les réponses parvenues à l'heure actuelle, au nombre de 2603, permettent déjà, non de tracer avec précision les lignes isoséistes, mais de fixer assez exactement l'extension du phénomène. Le Tableau suivant donne pour chaque département le nombre total des réponses, celui

des réponses affirmatives, constatant que le phénomène a été réellement observé dans la commune, et enfin le rapport de ces deux nombres en centièmes. Ce rapport indique ainsi la fraction relative de la surface du département où le tremblement de terre a pu être constaté directement.

Départements.	Réponses. Nombre total.	Réponses. Affirmatives.	Proportion en centièmes.
Bouches-du-Rhône	88	88	100
Var	116	114	98
Vaucluse	130	127	98
Alpes-Maritimes	67	61	91
Gard	298	270	91
Basses-Alpes	177	145	82
Hérault	197	155	79
Drôme	89	33	37
Pyrénées-Orientales	98	28	29
Ardèche	229	64	28
Hautes-Alpes	113	22	19
Aude	249	47	19
Lozère	87	14	16
Haute-Loire	164	25	15
Tarn	190	27	14
Aveyron	106	14	13
Ariège	205	7	3

La surface relative éprouvée est très grande dans les sept premiers départements et décroît rapidement dans les départements suivants.

Les documents parvenus montrent qu'en dehors de la zone généralement ébranlée et parfois à des distances assez grandes, il existe des îlots isolés où le tremblement de terre a été également ressenti. Il sera intéressant de rapprocher ce phénomène des particularités géologiques. Parmi ces îlots très éloignés de la région centrale, on peut signaler l'arrondissement de Sarlat (Dordogne), où plusieurs personnes, assises ou couchées, ont ressenti les secousses. Une observation analogue m'a été transmise par le gardien du phare de Contis (Landes), qui se trouvait alors dans la lanterne du phare. Enfin, à l'Observatoire de Bordeaux-Floirac, les astronomes de service n'ont rien ressenti directement; mais la pendule sidérale Fénon 27, munie d'un échappement à ressort, s'est arrêtée à $21^h17^m30^s$ (temps moyen de Paris).

Depuis le tremblement de terre du 11 juin, une autre secousse a été ressentie le mercredi 23 juin, vers 19^h45^m (temps moyen de Paris) dans le

département de la Vendée. Elle a été notée dans les sept communes suivantes : les Herbiers, les Quatre-Chemins-de-l'Oie, Saint-Fulgent, Chavagne-en-Paillers, Chauché, La Rabatalière et Bazoges-en-Paillers. Les secousses avaient la direction SW-NE et ont duré environ 2 secondes; leur intensité ne paraît pas avoir dépassé au maximum le degré IV de l'échelle Mercalli.

Depuis le 11 juin, les deux sismographes du Parc-Saint-Maur n'ont, du reste, enregistré aucun mouvement microsismique appréciable.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un essai de défense contre la grêle.* Note de M. DE BEAUCHAMP. (Extrait.)

Saint-Julien-l'Ars (Vienne) où j'habite était souvent atteint par la foudre. Quelquefois de violentes chutes de grêle ravageaient les récoltes et particulièrement les vignes. En 1885, les dégâts furent très élevés.

Le parc du château était foudroyé tous les ans, les plus beaux arbres étaient détruits. Les habitants du pays prétendaient qu'il y avait un véritable courant orageux dont le cours semblait à peu près fixe. De fait, les observations semblaient confirmer cette hypothèse.

En 1899, je profitai de la construction d'un clocher élevé pour y faire adapter, par un spécialiste de Paris, un conducteur à lame de cuivre aboutissant à la nappe aquifère.

De fait, à Saint-Julien-l'Ars, il n'y eut plus de coups de foudre dans le parc ni dans les environs. Est-ce l'effet du hasard? La grêle disparut; on a signalé en 10 ans une petite chute à 800^{m} du poste en amont dans la direction du vent.

M'étant trouvé à Saint-Julien-l'Ars pendant une période très orageuse, il me sembla être dans un oasis, tandis qu'à droite et à gauche le tonnerre faisait rage.

Sans rien préjuger de l'avenir, il me parut qu'il y avait lieu de continuer les essais. J'étudiai un barrage électrique Est-Ouest, de Poitiers au Blanc; cette direction barre celle Sud-Ouest des orages annuels, est bien desservie et comprend des localités importantes, ce qui permettrait des observations plus faciles.

L'expérience seule pourra déterminer l'importance de la protection obtenue et guider pour l'écartement des postes et bien d'autres détails.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles observations sur les courants telluriques entre stations à grande différence d'altitude.* Note de MM. **B. Brunhes** et **P. David**, présentée par M. Bouty.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 21 décembre 1908) nous avons signalé nos études, poursuivies depuis 1904, sur les *courants telluriques* dans une ligne télégraphique allant de la Faculté des Sciences de Clermont au sommet du Puy de Dôme et nous avons appelé l'attention sur un double caractère de ces courants : 1° grande différence de potentiel normale entre stations extrêmes; 2° valeur exceptionnellement élevée des perturbations par temps de trouble magnétique. Ces deux propriétés semblaient, *a priori*, corrélatives. *Nous avons reconnu, au contraire, qu'elles tiennent à des portions différentes de la ligne.*

Nous avons établi deux prises de terre intermédiaires, l'une à la station de la Font-de-l'Arbre, l'autre au pied même du Puy de Dôme, dans la plaine de Laschamps, et mesuré la différence de potentiel moyenne sur chacun des trois tronçons ainsi constitués. Le Tableau suivant définit la position des prises de terre et donne les différences de potentiel :

Station où est une prise de terre.	Altitude.	Distance horizontale du P. de D.	Direction de la ligne droite allant du P. de D. à la station.	Distance horizontale entre deux stations successives.	Direction de la ligne droite allant de chaque station à la suivante.	Différence de potentiel moyenne avec le P. de D.	Différence de potentiel moyenne sur le tronçon.
Puy de Dôme	1465m	0m				0 volt	
				1200m	S 36° E		+1,8 volt
Laschamps	935	1200	S 36° E			+1,8	
				2520	E 13 N		+0,2
Font-de-l'Arbre	812	3180	E 7° S			+2,0	
				6700	E 3 N		−0,3
Clermont (Faculté)	400	9850	E			+1,7	

Le potentiel à chaque station a une très faible variation diurne par calme magnétique. Mais il y a une variation annuelle qu'il y aura lieu de préciser et qui arrive, parfois, à rendre incertain le sens du courant pris entre Laschamps et la Faculté. En tous les cas, le potentiel passe par un maximum à la Font-de-l'Arbre. *Et la grosse différence de potentiel normale existe entre le sommet et le pied de la montagne.*

Pour localiser les différences de potentiel occasionnelles provenant des orages magnétiques, nous avons enregistré *à la fois*, pendant un certain nombre de nuits, en mai et juin 1909, le courant tellurique sur le tronçon

Puy de Dôme à Laschamps (à l'aide du milliampèremètre enregistreur de la station du sommet) et le courant tellurique sur le tronçon Font-de-l'Arbre à la Faculté (à l'aide d'un galvanomètre shunté et de l'enregistrement photographique). On a d'ailleurs pris la précaution d'enregistrer souvent le courant sur la ligne entière avec les deux enregistreurs de type différent, en série aux deux bouts, et de vérifier l'identité des courbes obtenues. De part et d'autre, on graduait les courbes en insérant dans la ligne, durant 5 ou 10 minutes, un accumulateur chargé, ce qui donnait directement, et indépendamment de la résistance des prises de terre, la valeur de l'ordonnée en volts.

Tous les troubles magnétiques enregistrés ont donné une perturbation plus forte sur le tronçon Font-de-l'Arbre à la Faculté que sur le tronçon Laschamps au Puy de Dôme, et non seulement plus forte en valeur absolue, mais plus forte rapportée au kilomètre.

Prenons pour exemple la nuit du 18 au 19 mai 1909. Le 18, entre $21^h 20^m$ et $21^h 28^m$, la différence de potentiel sur la ligne Font-de-l'Arbre à la Faculté a varié de 1,875 volt, soit 280 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$. Au même moment, le courant sur la ligne Laschamps au Puy de Dôme a subi une variation correspondant à moins de 0,12 volt, soit moins de 100 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$.

Les courbes ont été comparées à celle de Tortosa. Le courant Est-Ouest à Tortosa a donné une courbe semblable à la nôtre, mais avec une amplitude de perturbations beaucoup plus faible. La perturbation de $21^h 28^m$ correspond seulement à 14 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$. Par contre, le courant Nord-Sud à Tortosa a présenté, la nuit du 18 au 19, des perturbations atteignant 300 $\frac{\text{millivolts}}{\text{kilomètre}}$.

La comparaison d'autres périodes troublées a donné des résultats du même ordre.

Le rapprochement des courbes de Tortosa et des nôtres permettrait de conclure à une absence de proportionnalité entre les composantes perpendiculaires des perturbations aux deux observatoires, c'est-à-dire à une différence dans la direction des courants telluriques, si notre tronçon Nord-Sud (ou au moins dont la composante principale est Nord-Sud) n'était pas en même temps très incliné par rapport à l'horizon : il faudrait avoir une ligne Nord-Sud en plaine, ou à peu près, ce qui nous manque.

Mais une double conclusion s'impose dès maintenant : *La sensibilité de notre ligne Est-Ouest aux perturbations magnétiques, sensibilité de l'ordre de vingt fois celle de la ligne Est-Ouest de Tortosa, ne tient pas à l'énorme diffé-*

rence d'altitude entre le Puy de Dôme et Clermont. Il est donc raisonnable de penser qu'en d'autres stations on pourra établir des lignes télégraphiques courtes de sensibilité analogue.

Les lignes Est-Ouest sont caractérisées par la faiblesse de la variation diurne des courants telluriques qui les traversent en temps de calme. Tandis que dans les observatoires magnétiques d'Europe, en général, on caractérise comme journées *calmes* (o de la conférence d'Innsbruck) les journées où les variations accidentelles de la déclinaison, par exemple, n'ont pas atteint le *tiers* (ou, en certains cas, la *moitié*) de l'amplitude de la variation diurne du même élément et comme journées *très troublées* (2 d'Innsbruck) celles où les variations accidentelles ont dépassé l'amplitude de la variation diurne, nous avons été conduits à noter du chiffre o les journées où les perturbations sur notre ligne Est-Ouest n'ont pas atteint 50 millivolts par kilomètre, et à réserver le degré 2 aux journées où les perturbations ont dépassé 170 millivolts par kilomètre. Et la publication trimestrielle du *Caractère magnétique* prouve que notre classement des jours du mois concorde aussi bien avec ceux que donnent les autres observatoires magnétiques, que ceux-ci entre eux.

La recherche des régions où il serait possible d'avoir des lignes dirigées de l'Est à l'Ouest, à faible variation diurne, et à grande sensibilité aux perturbations, recherche qu'autorisent nos résultats, aurait, à côté d'un intérêt théorique considérable, un intérêt pratique de premier ordre, en fournissant le moyen le plus simple d'inscrire les troubles magnétiques.

M. L. **Schlussel** adresse un Mémoire *Sur la détermination des valeurs absolues des actions vives dans les voies ferrées.*

(Renvoi à l'examen de MM. Léauté et Sebert.)

M. A. **Étévé** adresse une Note et un Mémoire *Sur le vol des oiseaux et les ornithoplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1909.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la mort de M. *Henri de Parville,* qui, depuis plus de 30 ans, assistait aux séances et en faisait le compte rendu dans le *Journal officiel* et dans le *Journal des Débats,* avec une netteté d'esprit, un tact et une courtoisie à laquelle tous se plaisaient à rendre hommage.

L'Académie, qui l'a vu à l'œuvre pendant si longtemps, conservera le souvenir des services qu'il a rendus à la fois par ses articles de vulgarisation et par ses travaux originaux.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la nature du changement qu'éprouvent les cristaux de sulfate de sodium heptahydraté au contact des cristaux du décahydrate.* Note de M. **D. Gernez.**

Une solution formée de 2 parties de sulfate de sodium ordinaire et de 1 partie d'eau, chauffée à l'ébullition, puis refroidie à l'abri des poussières du laboratoire, abandonne toujours, s'il y a, au fond du vase, un dépôt de sulfate de sodium déshydraté et si la température est inférieure à + 8°, des cristaux, volumineux lorsque le refroidissement a été lent, transparents, incolores, signalés jadis par Schweigger et que Lœwel a reconnus avoir une composition représentée par la formule $Na^2SO^4, 7H^2O$. Le liquide restant constitue une solution sursaturée par rapport au décahydrate $Na^2SO^4, 10H^2O$.

Vient-on à provoquer la cristallisation de ce dernier sel, en un point du liquide, par l'immersion d'un cristal? Un faisceau divergent de cristaux

s'allonge à partir du point touché et, dès que chacun d'eux rencontre un cristal d'heptahydrate, il y produit une tache blanche qui se propage dans toute sa masse, en s'accentuant avec le temps, de manière à lui communiquer l'opacité et l'apparence de la porcelaine.

Ce changement a été considéré d'abord comme une modification allotropique qu'on a assimilée à la dévitrification du soufre clinorhombique, qui se change, avec le temps ou, comme je l'ai démontré jadis, à volonté, par le contact d'un cristal orthorhombique, en éléments de même forme.

Plus tard (¹), on admit que, lorsqu'un corps susceptible de donner deux hydrates a déposé spontanément de sa dissolution des cristaux de l'un d'eux, si l'on amène à leur contact des cristaux de l'autre hydrate, il se produit une transformation sous l'influence de ceux dont le dépôt a été spontané, et l'on appliqua cette proposition aux hydrates de sulfate de sodium.

Une troisième explication a été donnée en 1898, dubitativement il est vrai, par l'illustre savant M. Van't Hoff (²) en ces termes : « L'heptahydrate se transforme, peu à peu, en une masse porcelanée, changement qui résulte sans doute d'une décomposition en décahydrate et en sel anhydre. »

Examinons successivement ces trois explications : 1° La première suppose que l'heptahydrate change seulement de forme cristalline, au contact du décahydrate, sans changer de composition. Or, il est facile de constater qu'il n'en est rien. En quelque point qu'on prélève une parcelle, si minime qu'elle soit, de la masse porcelanée, on trouve qu'elle contient du décahydrate, car elle provoque la formation de cristaux de cette nature au contact d'une solution sursaturée de sulfate de sodium.

2° La seconde explication proposée ne peut s'appliquer au cas actuel; en effet, l'heptahydrate est le sel qui se dépose spontanément et, d'après la proposition donnée comme générale, c'est lui qui déterminerait la transformation du décahydrate arrivant en contact avec lui. Or, même longtemps après l'opacification complète des cristaux d'heptahydrate, on n'observe aucun changement dans les cristaux transparents de décahydrate formés dans la solution sursaturée ambiante.

3° La troisième explication suppose la transformation de l'heptahydrate en décahydrate et sulfate anhydre; on peut l'exprimer par la formule

$$10\,Na^2SO^4, 7\,H^2O = 7\,Na^2SO^4, 10\,H^2O + 3\,Na^2SO^4$$

(¹) WURTZ, *Dictionnaire de Chimie*, t. II, 1873, p. 59.

(²) *Leçons de Chimie physique*, 1re Partie, p. 62.

et invoquer en sa faveur le fait que j'ai signalé de la présence du décahydrate dans toute parcelle des cristaux blancs. Or, quelle est la composition de ces cristaux ? Les analyses de Ziz et de Faraday lui assignent pour formule Na^2SO^4, $8H^2O$. Ils contiennent réellement plus d'eau que l'heptahydrate. Lœwel, qui les supposait imprégnés d'eau mère, eut soin d'opérer sur les cristaux transparents qu'il a purifiés par des lavages à l'alcool, et l'analyse lui montra qu'à l'état pur, non transformés, ils ne contenaient que $7H^2O$. L'équation ci-dessus ne représente donc pas le phénomène réel.

D'autre part, on aurait pu imaginer que le dégagement de chaleur observé dans l'expérience détermine la déshydratation partielle des cristaux; mais, dans ce cas, il resterait à expliquer comment il arriverait que la déshydratation des $\frac{3}{10}$ de l'heptahydrate serait accompagnée du phénomène inverse : l'hydratation des $\frac{7}{10}$ restants.

Quant au dégagement de chaleur, je l'ai étudié directement. J'ai placé un thermomètre dans l'axe d'un large tube au fond duquel j'avais laissé un peu de sel anhydre et qui contenait une solution très concentrée de sulfate de sodium amenée à l'ébullition. Exposée à un refroidissement lent, la solution abandonna des cristaux d'heptahydrate. Lorsque ces cristaux eurent entouré le réservoir et une partie de la tige du thermomètre, je provoquai la cristallisation de la solution sursaturée et je trouvai que la température s'éleva jusqu'à 22°. Je répétai la même expérience, mais en ne laissant se produire que des quantités de cristaux d'heptahydrate plus petites que dans l'expérience précédente et je constatai que l'élévation de température était d'autant plus grande que ces quantités d'heptahydrate étaient plus petites et s'élevait alors vers 29°. Cette élévation de température était due à la chaleur de solidification des cristaux de décahydrate. Il n'y a donc pas lieu de faire intervenir la chaleur dans l'explication de la transformation des cristaux d'heptahydrate.

Bien avant qu'on proposât ces explications et dès mes premières recherches sur les solutions sursaturées, j'avais [1] fait remarquer que l'accroissement d'un cristal dans un dissolvant se fait par couches superposées qui, le plus souvent, emprisonnent une petite quantité d'eau mère, nettement visible lorsqu'on brise un cristal d'une certaine dimension. Or, dans l'expérience qu'il s'agit d'expliquer, les cristaux d'heptahydrate se sont développés au milieu d'une solution qui reste sursaturée par rapport au décahydrate. La présence de ce liquide interposé dans le réseau cris-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXI, 15 mai 1865, p. 1027.

tallin n'en trouble pas sensiblement la transparence. Mais, lorsqu'on fait cristalliser la solution ambiante à l'aide d'un cristal de décahydrate, dès que les cristaux de ce sel en s'allongeant le rencontrent, ils pénètrent entre les assises cristallines de l'heptahydrate, s'y interposent à l'état solide, changent la direction des rayons lumineux qui le traversent et produisent un effet analogue à celui que produit la pulvérisation d'un corps transparent et incolore comme la glace ou le verre. Cette explication suppose donc une pénétration du décahydrate dans chacun des cristaux de l'heptahydrate, sans qu'il y ait de changement de composition dans l'un ou l'autre des deux corps. Pour la rendre irréfutable, il suffirait de démontrer qu'on peut faire disparaître par exemple les cristaux de décahydrate et constater que ceux d'heptahydrate se retrouvent inaltérés. L'action de la chaleur ayant pour effet de déshydrater les deux sels dès qu'on dépasse la température de 33°, la démonstration directe est impossible avec le sulfate de sodium.

J'ai reconnu jadis (¹) que les solutions aqueuses d'un certain nombre de sels, amenées à un degré suffisant de concentration, peuvent, comme celles de sulfate de sodium, donner par refroidissement des sels moins hydratés que ceux qu'on avait observés auparavant. Le chromate de sodium $Na^2CrO^4, 10H^2O$ fondu et amené à l'ébullition laisse déposer, par refroidissement, un tétrahydrate $Na^2CrO^4, 4H^2O$, cristallisé, au sein d'une solution qui, aux basses températures, reste sursaturée par rapport au décahydrate. Vient-on alors à toucher cette solution avec un cristal de ce dernier sel, aussitôt se produit un faisceau divergent de cristaux de décahydrate qui, dès leur rencontre avec ceux de tétrahydrate, font pâlir leur couleur jaune et peu à peu les rendent complètement opaques. C'est le même phénomène que pour les hydrates de sulfate de sodium avec les mêmes particularités. Il y a, dans le réseau cristallin du tétrahydrate, pénétration graduelle des cristaux de décahydrate. Mais, ce que nous ne pouvions pas faire avec le sulfate de sodium est réalisable avec le chromate de sodium; nous pouvons démontrer que les cristaux de tétrahydrate n'ont éprouvé aucun changement. En effet, la température de fusion des cristaux de décahydrate est environ 22°, celle du tétrahydrate, 60°. On chauffe le ballon qui contient les cristaux opacifiés de tétrahydrate laissés au contact du décahydrate à une température supérieure à 22°, mais inférieure à 60°, puis on laisse refroidir l'ensemble. On constate que les cristaux de décahydrate ont disparu à l'état de solution sursaturée et que ceux de tétrahydrate sont rede-

(¹) *Annales scientifiques de l'École normale supérieure*, 2ᵉ série, t. VII, 1878, p. 9.

venus transparents et se retrouvent en quantité constante. Ce qui prouve qu'ils n'ont pas subi de transformation.

L'acétate de sodium se prête facilement à la même démonstration. Le sel $NaC^2H^3O^2,3H^2O$ additionné d'un peu d'eau et chauffé dans un tube à l'ébullition, puis ramené à la température ordinaire, se remplit de feuillets cristallins de l'hydrate $NaC^2H^3O^2.1,5H^2O$, baignés d'une solution sursaturée par rapport au trihydrate. Vient-on à toucher le liquide avec le trihydrate, une tache blanche envahit toute la masse cristalline, avec grand dégagement de chaleur et l'opacifie complètement. Ici encore il y a pénétration et non transformation des cristaux à $1,5H^2O$; car si l'on chauffe le tube au delà de 58°,7, température de fusion du trihydrate, puis qu'on le laisse refroidir, on retrouve les cristaux de l'hydrate $1,5H^2O$ transparent, baignés par la solution sursaturée par rapport au trihydrate.

L'azotate de calcium $Ca(AzO^3)^2,4H^2O$ donne, dans des conditions analogues, un trihydrate baigné par une solution sursaturée de tétrahydrate et qui devient blanc quand on fait cesser la sursaturation. Le dépôt cristallin mixte, chauffé au delà de 42°, point de fusion du tétrahydrate, laisse, après refroidissement, le trihydrate transparent, entouré de la solution sursaturée primitive.

Il en est de même de l'hyposulfite de sodium $Na^2S^2O^3,5H^2O$, avec lequel on peut obtenir un dihydrate fusible à 50°,3.

Pour chacun des sels que je viens d'indiquer, c'est le plus hydraté des deux qui entre en fusion avant celui qui se dépose spontanément et il est bien démontré qu'il en détermine l'opacité en pénétrant à l'état cristallin dans son réseau. On peut donc, par analogie, conclure qu'il en est de même pour les hydrates de sulfate de sodium, dont la déshydratation trop facile rend l'expérience impossible. J'ai jugé utile cependant de corroborer par des expériences directes la conclusion qu'on peut déduire de la manière dont se comportent les sels précités.

I. J'établis d'abord qu'au contact d'un cristal de décahydrate

$$Na^2SO^4,10H^2O,$$

chaque cristal d'heptahydrate $Na^2SO^4,7H^2O$ devient opaque à partir du point touché et que le phénomène se propage, dans l'intérieur de ce cristal, comme il le ferait dans un corps poreux qui serait imprégné de la solution sursaturée ambiante.

A cet effet, j'emploie des tubes en U, de 20^{mm} ou 10^{mm} de diamètre, dont la partie coudée a été étirée en un tube étroit de 5^{mm}, 3^{mm} ou 1^{mm} de diamètre. J'y verse une

solution très concentrée et chaude de sulfate de sodium et j'y laisse tomber de petits fragments chauds de sel anhydre qui s'engagent dans la partie étroite. Ils y provoquent, pendant le refroidissement, lorsque la température descend au-dessous de + 8°, la formation d'heptahydrate. Avant le complet développement de ces cristaux, j'introduis une tige métallique, préalablement chauffée, dans l'une des branches du tube et j'écrase les cristaux déjà formés, de manière à les engager et à les comprimer dans la partie étroite. Je remets de nouveau le tube dans le bain réfrigérant pour compléter le développement des cristaux d'heptahydrate. Pour m'assurer que l'obstruction du tube est complète, je mets l'un de ses orifices en communication avec une trompe aspirante et je constate qu'il n'y a pas de changement dans le niveau du liquide. J'amène alors à sa surface une pointe de longue aiguille qui a touché un cristal de décahydrate : aussitôt, du point touché part un faisceau divergent de cristaux de ce même sel qui s'allongent dans la solution, gagnent la partie occupée par l'heptahydrate qu'ils blanchissent, la traversent et viennent faire cristalliser la solution sursaturée de l'autre branche du tube en U. Cette propagation est très nettement visible et il est impossible de constater une différence dans sa vitesse à travers les couches liquides et la région obstruée par les cristaux d'heptahydrate.

II. Les expériences suivantes ont pour objet d'établir que le changement éprouvé par l'heptahydrate au contact du décahydrate peut être subi par ce dernier sel lui-même sous l'influence de la cristallisation d'un liquide interposé dans son réseau cristallin, l'eau par exemple.

J'ai préparé une solution aqueuse de sulfate de sodium décahydraté, saturée à une température inférieure à + 20; je l'ai décantée, légèrement chauffée et filtrée. J'évitais ainsi qu'il restât une parcelle de sulfate anhydre qui aurait pu provoquer pendant le refroidissement la formation de cristaux d'heptahydrate. J'ai introduit cette solution dans des tubes de verre de 1^{cm} à 2^{cm} de diamètre intérieur que j'ai plongés dans un mélange réfrigérant à — 10°, — 12° environ. Il se produit, à cette basse température, une cristallisation spontanée de décahydrate qui forme, contre la paroi intérieure du tube, une *gaine cristalline transparente*, contenant la presque totalité du sel dissous; à l'intérieur de cette gaine se trouve de l'eau très peu salée.

Une réfrigération plus accentuée, produite au bas du tube, détermine une formation de glace qui part du point le plus refroidi et se propage jusqu'à la surface. Comme elle est accompagnée d'une augmentation de volume, on voit sortir, au centre de cette surface, un mamelon de plusieurs millimètres de hauteur. Or, à mesure que la glace se produit suivant l'axe du tube, la couche de décahydrate, incolore et transparente, devient graduellement de plus en plus opaque : elle a été opacifiée par la transformation en cristaux de l'eau qui pénétrait son réseau cristallin. Le décahydrate a subi, de la part de la glace, l'effet qu'il produit sur l'heptahydrate.

Si la réfrigération plus prononcée qui a déterminé la cristallisation de l'eau, au lieu d'être pratiquée à la partie inférieure du tube, est produite vers la région du tube voisine de la surface libre de la solution, un effet pareil au précédent se produit, et les cristaux de glace qui résultent du refroidissement se propagent en descendant. Mais, comme ils obstruent le tube à la surface, l'augmentation de volume de l'eau qui

se congèle détermine sur la paroi du tube une pression produisant des fêlures partant du point du tube qui présente le moins de résistance. Cependant, les cristaux transparents de décahydrate, déposés antérieurement, sont devenus opaques.

On peut facilement provoquer le refroidissement local du tube en tel point qu'on veut. Il suffit de le retirer du bain réfrigérant où il était et de l'exposer, pendant quelques secondes, dans la région voulue à l'action d'un jet mince de chlorure de méthyle.

Il n'est pas indispensable de procéder par réfrigération pour arriver au même résultat. Lorsqu'on a refroidi vers —10° la solution initiale de sulfate de sodium et qu'il s'est déposé sur la paroi intérieure du tube une gaine transparente de décahydrate, la solution restée liquide est presque de l'eau en surfusion. Il suffit d'y laisser tomber une parcelle de glace pour provoquer aussitôt la formation d'aiguilles de glace qui envahissent bientôt tout le liquide, pénètrent les cristaux de décahydrate, et les blanchissent dans toute leur épaisseur.

Quel que soit le procédé employé pour réaliser l'expérience, on obtient des cristaux de décahydrate blanchis par des cristaux de glace. Mais ces cristaux n'ont subi aucune transformation, car, si l'on élève la température du tube qui les contient un peu au-dessus de 0°, on les voit redevenir transparents et incolores, la glace qui les rendait opaques ayant repris l'état liquide.

III. J'ai réalisé des expériences pour ainsi dire inverses des précédentes, puisqu'elles consistent à rendre blancs et opaques les cristaux de glace en faisant cristalliser dans leurs réseaux cristallins le sulfate de sodium décahydraté.

J'emploie, à cet effet, des solutions moins concentrées que les précédentes, je les introduis filtrées dans des tubes et je les chauffe pour enlever les poussières de décahydrate qui pourraient, pendant le refroidissement, déterminer la formation de cristaux. Je les soumets à une réfrigération lente dans un bain très homogène et, lorsque la solution n'est pas trop concentrée, j'évite la production spontanée de cristaux de décahydrate. Il arrive souvent, pendant cette opération, qu'au lieu d'un dépôt salin, il y a congélation spontanée de l'eau et qu'elle forme une masse de glace, incolore et transparente, baignée par une solution saline. Cette solution retient la plus grande partie du sel dissous et il est facile de constater qu'elle est sursaturée. En effet, lorsqu'on la touche en un point de la surface avec une aiguille dont la pointe porte une parcelle de décahydrate, on voit aussitôt une touffe divergente de cristaux de ce sel s'allonger, en se propageant, non seulement dans la partie restée liquide, mais dans la glace elle-même qui devient bientôt opaque et blanche. Dans cette expérience, c'est le décahydrate qui opacifie la glace, comme il le fait pour les cristaux d'heptahydrate.

Dans le cas où la production spontanée de la glace est lente à se produire, on peut la provoquer immédiatement par la chute d'une parcelle de glace dans la solution refroidie.

Si la solution de sulfate de sodium employée a été saturée à une température supérieure à celle de la glace fondante, on trouve, après l'expérience, que, pour peu que le

tube soit ensuite amené au delà de cette température, la glace disparaît laissant un dépôt incolore formé du décahydrate que la glace a abandonné.

Je crois pouvoir conclure de ces résultats que les solutions sursaturées concentrées de sulfate de sodium se comportent comme celles de chromate, d'acétate et d'hyposulfite de sodium, d'azotate de calcium, etc. Que l'opacification des cristaux transparents moins hydratés au contact des hydrates supérieurs est due à la pénétration, dans les réseaux cristallins des premiers, de solutions sursaturées ambiantes des autres hydrates. Lorsqu'on provoque la cristallisation du liquide extérieur, les cristaux plus hydratés se propagent à l'intérieur des cristaux moins hydratés sans leur faire subir de transformation, ni en éprouver eux-mêmes, et cet ensemble discontinu de deux corps transparents et incolores, dont les propriétés optiques ne sont pas les mêmes, produit sur la lumière blanche un effet qui les rend opaques et blancs.

CHIMIE GÉOLOGIQUE. — *Observations sur la nature et l'origine des gaz qui forment les fumerolles volcaniques ou qui sortent des cratères des anciens volcans.* Note de M. **Armand Gautier.**

Sans aucun doute, les gaz qui forment les fumerolles volcaniques, même les plus chaudes, sont émis principalement par les laves qui restent longtemps brûlantes sous leur carapace relativement refroidie à l'air, bien plutôt qu'ils ne sortent directement des fissures et bouches par où se sont écoulées les déjections volcaniques. Mais remarquons que ces laves arrivent au jour sursaturées à haute pression des gaz et vapeurs formés dans les profondeurs, et les fumerolles qu'elles émettent longtemps après leur sortie des failles souterraines sont bien les produits volatils des réactions qui ont présidé à leur formation et qui se continuent quelque temps encore après leur émission. On sait qu'il s'échappe, des laves les plus récentes et les plus chaudes, des chlorures de sodium, de potassium, d'ammonium, de fer, de cuivre, de plomb, d'arsenic, etc., accompagnés d'un excès d'acide chlorhydrique, de vapeurs d'eau et de divers gaz. A mesure que ces déjections se refroidissent, les moins volatils de ces corps se concrètent dans les failles ou hors des failles, et les fumerolles ne se composent bientôt plus que des gaz et vapeurs les plus volatils.

Les analyses de ces parties volatiles formant après 3 et 18 mois les fumerolles de la plus récente éruption du Vésuve (1906), analyses que j'ai der-

nièrement publiées aux *Comptes rendus* (¹), donnent lieu aux remarques suivantes :

1. Les gaz qui composent ces fumerolles sont bien dans leur ensemble ceux qu'on obtient quand on soumet à la distillation au rouge, dans le vide, les roches primitives : granits, andésites, porphyres, ophites, basaltes, etc. Quelques-uns de ces gaz tels que le méthane, l'oxyde de carbone, l'acide chlorhydrique, l'oxysulfure de carbone, l'ammoniaque peuvent accidentellement, ou localement, diminuer ou disparaître de ces fumerolles, de même qu'ils peuvent manquer plus ou moins dans la distillation des roches; mais, dans l'un et l'autre cas (sauf l'oxygène des fumerolles dont on discutera plus loin l'origine), l'ensemble reste le même. Dans les fumerolles, comme dans les gaz des roches, on retrouve la vapeur d'eau, l'hydrogène libre, l'acide carbonique, l'azote, l'argon; de faibles proportions de méthane, d'oxyde de carbone, un peu d'hydrogène sulfuré, ces trois derniers corps d'ailleurs très variables. Il semble donc qu'on est autorisé à penser que, cet ensemble de gaz étant le même dans les deux cas et se produisant dans les mêmes conditions d'échauffement des matériaux rocheux, le mécanisme qui leur donne naissance est aussi le même, à savoir, comme je l'ai établi autrefois (²), l'action de la vapeur d'eau à haute température sur les matériaux de ces roches avant ou après leur concrétion.

2. La vapeur d'eau qui se dégage des laves incandescentes et des volcans (Ch. Sainte-Claire Deville, Fouqué, O. Silvertis, Lacroix, etc.) (³) continue même après 18 mois à former la partie la plus abondante des fumerolles volcaniques. Sa quantité a varié, dans mes analyses, de 62,5 à 77 pour 100^vol^. J'ai trouvé en moyenne :

Après 3 *mois,* 65,04 *de vapeur d'eau pour* 100^vol^ *de gaz des fumerolles.*
Après 18 *mois,* 75,24 *pour* 100^vol^.

Il est donc inexact de dire, ainsi qu'on l'a soutenu dans ces derniers temps, que les volcans n'émettent pas de vapeur d'eau et que celle qui peut accompagner le gaz des fumerolles provient des eaux de pluie qui auraient pénétré à travers les fissures des terrains volcaniques. Mais les laves incandescentes sortant depuis plusieurs jours du cratère ne sauraient retenir des

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLVIII, juin 1909, p. 1708.
(²) Voir *Comptes rendus,* t. CXXXII, p. 61, 189 et 932.
(³) L'eau a été recueillie par plusieurs de ces observateurs en condensant les gaz sortant des laves *encore incandescentes et liquides* soit sur des ballons refroidis, soit dans des tubes et flacons entourés de glace où la vapeur d'eau se liquéfiait.

eaux météoriques, bien au contraire, et l'eau que j'ai trouvée, et d'autres avec moi, dans les blocs et bombes rejetés par les explosions volcaniques n'y avait pas été introduite par les pluies. Les fumerolles observées par M. Lacroix les jours qui suivirent immédiatement la dernière éruption de l'Etna (juin 1908) dégageaient, écrit-il, un mélange suffocant de *vapeur d'eau et d'acide chlorhydrique*. Elles étaient à une température de 412° environ (¹). Elles sortaient de la lave encore rouge et pâteuse par de nombreuses fissures aux alentours des bouches explosives qu'elles jalonnaient. M. Lacroix ajoute même (p. 161) que l'absence de pluies avait permis la conservation sur place de toutes les sublimations formées depuis le commencement de l'éruption. Dans ces conditions il est inadmissible que ces laves eussent emprunté leur eau à l'atmosphère ou au sol sur lequel elles coulaient depuis plusieurs jours.

L'eau existe donc bien dans les fumerolles même les plus chaudes, même dans les laves incandescentes qui continuent à sortir abondamment du cratère (²). Elle vient bien de la région où se forment ces laves comme les gaz et vapeurs métalliques qui les accompagnent (³).

3. L'acide chlorhydrique que la plupart des observateurs, en particulier Fouqué, ont trouvé en abondance dans les fumerolles les plus récentes et les plus chaudes avait disparu entièrement ou presque entièrement au bout de 3 mois des fumerolles du Vésuve de 1906. Ce gaz acide est certainement utilisé dans son parcours souterrain à retransformer en chlorures les oxydes et oxychlorures dus à l'action inverse de la vapeur d'eau.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 162.

(²) Bien que les gaz des fumerolles du Vésuve que j'ai recueillies en 1906 et 1907 fussent à une température de près de 300° et sortissent de laves concrétées, mais encore à 400° ou 500° un peu au-dessous de la surface du sol, on peut admettre, sans doute, que dans ce cas une partie des 65 à 75 pour 100 d'eau que j'y ai trouvés puisse provenir des eaux météoriques ayant pénétré jusqu'à ces laves. Mais il ne saurait en être de même de l'eau qui sort des laves coulantes et incandescentes.

(³) Le principal argument invoqué pour contester la présence de l'eau dans les fumerolles volcaniques, c'est qu'elles peuvent déposer des chlorures anhydres, magnésien-ferreux, cuivreux, etc., que l'eau devrait décomposer, dit-on, si elle était présente, et transformer en oxydes ou oxychlorures correspondants. Or, c'est bien là ce qui se produit en effet; les oxydes et oxychlorures métalliques accompagnent généralement les chlorures anhydres correspondants émis par les fumerolles, mais l'acide chlorhydrique, toujours abondant dans celles qui sont assez chaudes pour entraîner les vapeurs de chlorures métalliques, tend à inverser l'action de la vapeur d'eau et à reproduire les chlorures.

4. L'oxysulfure de carbone, l'oxyde de carbone, les gaz sulfurés ou borés, l'acide sulfureux, l'acide sulfhydrique qu'on pourrait s'attendre à trouver dans les gaz d'origine volcanique et qui ont été signalés, en effet, dans des fumerolles plus chaudes, n'existaient plus en proportion sensible dans des fumerolles sorties de laves même assez récentes (3 mois) et bien que la température de ces fumerolles atteignît encore près de 300°.

De ces divers corps, en effet, les uns sont décomposés par la vapeur d'eau toujours présente, les autres se déposent à l'état de concrétion ou réagissent mutuellement les uns sur les autres. Tels sont les acides sulfureux et sulfhydrique, la vapeur d'eau et l'hydrogène sulfuré, qui disparaissent ainsi des fumerolles.

5. L'oxygène est constant dans les gaz des fumerolles. Presque tous les auteurs l'ont signalé. Dans mes expériences j'ai trouvé (gaz calculés secs) :

Oxygène après 3 *mois* de 11,54 à 15,97 *pour* 100;
Oxygène après 18 *mois*, de 16,79 à 16,54 *pour* 100.

Moissan, dans les fumerolles sortant à 400° des laves de la Montagne Pelée et recueillies par M. Lacroix, avait trouvé : oxygène, 13,67 pour 100 (gaz calculés secs). Auparavant, Fouqué avait signalé jusqu'à 24 pour 100 d'oxygène dans les gaz *recueillis sous l'eau*, provenant de failles sous-marines lors de l'éruption de Santorin [1]. Toujours est-il (et l'explication de ce fait presque paradoxal semble encore obscure) qu'on trouve généralement de l'oxygène à côté de l'hydrogène libre et de l'azote dans les gaz issus des laves qui arrivent fondues à la surface du sol. Je vais revenir sur ce point.

6. On remarquera que, dans nos analyses, l'azote est toujours, par rapport à l'oxygène, approximativement dans la proportion d'un peu plus de 4^{vol} pour 1^{vol} d'oxygène.

Volume de O trouvé en 100 de gaz des fumerolles.	Azote correspondant calculé pour l'air. Volume de O $\times \frac{79}{21}$.	Volume de Az trouvé en 100 de gaz des fumerolles.	Excès d'azote trouvé sur celui qui répondrait à O $\times \frac{79}{21}$.
3,72	14,0	15,5	1,5
6,00	22,6	24,9	2,3
4,59	17,3	21,2	3,9
3,68	13,8	17,8	4,1

Cette remarque s'explique si l'on admet avec Ch. Sainte-Claire Deville et

(1) *Comptes rendus*, t. LXXI, p. 903.

S. Suess que l'air s'introduit dans les évents volcaniques grâce à une sorte d'appel de bas en haut, et qu'entraîné à travers les fissures du cône volcanique formant cheminée, cet air cède une partie de son oxygène aux principes oxydables ambiants, de façon que l'azote devient prépondérant. C'est là une explication, mais elle comporte des réserves. Il est possible que la décomposition de la vapeur d'eau dans les profondeurs à la température des laves incandescentes libère une certaine proportion d'hydrogène et d'oxygène, sans que ceux-ci mélangés à d'autres gaz et vapeurs inertes très abondants (tels que l'excès de vapeur d'eau elle-même, celle des chlorures métalliques volatilisés, l'acide carbonique, l'azote, les cendres tourbillonnantes de roches pulvérisées) puissent arriver à se recombiner totalement pour reformer de l'eau. Hellier et moi avons établi en effet dans nos expériences sur la combinaison de l'oxygène à l'hydrogène en présence de grandes masses de corps inertes que ces gaz, même dans les proportions du mélange tonnant, échappent, au rouge vif, à la combinaison totale dans les proportions de 16 à 4 pour 100 de leur volume (1).

7. La présence de l'argon et de ses congénères dans les gaz volcaniques paraît constante. J'avais déjà établi, en 1901, que l'argon et peut-être l'hélium sortent des roches primitives chauffées dans le vide. Nasini et ses collaborateurs ont constaté l'argon et l'hélium dans les suffioni de la Toscane (2). Plus tard (1903), Moissan trouva l'argon dans les gaz de la Montagne Pelée.

Grâce à M. Moureu, dont on connaît la haute compétence et qui a bien voulu m'aider dans cette partie de mon travail, ce dont je le remercie vivement, je puis affirmer la présence de l'argon et du néon dans les fumerolles du Vésuve. La petite quantité de gaz dont je disposais n'a pas permis de s'assurer de la présence, d'ailleurs probable, des autres satellites de l'argon. L'azote brut que j'avais extrait des fumerolles de 1907 laissa, après passage sur le calcium au rouge, 1,36 pour 100 de gaz rares, riches en argon. En les traitant par le charbon de coco à $-192°$, il resta un petit volume de gaz qui donna au spectroscope la raie jaune du néon, très intense, et plusieurs autres raies orangées appartenant au même élément.

La quantité d'argon par rapport à l'azote brut fut trouvée, disons-nous, de 1,36 pour 100, proportion plus élevée qne dans l'air (1,169 pour 100).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII; p. 571, et Thèse de doctorat ès sciences, de H. Hellier, 1896, p. 27.

(2) *Gaz. chim. ital.*, t. XXVIII, 1898, p. 81.

La quantité de néon surtout est ici notablement plus abondante qu'elle n'est dans les gaz de l'atmosphère.

8. Je n'ai trouvé que des traces d'oxyde de carbone ou de méthane dans les gaz du Vésuve (éruption 1906); mais on sait que ces composés ont été souvent caractérisés dans d'autres gaz volcaniques. Leur présence est donc variable suivant l'époque et sans doute aussi suivant le lieu.

9. On remarquera la diminution rapide de l'acide carbonique à mesure qu'on s'éloigne de l'époque de l'éruption :

	CO^2 en 100^{vol} de gaz secs.	
3 mois après l'éruption...........	34,19	17,80
18 mois »	2,93	2,95

L'acide carbonique s'épuise donc peu à peu. Et comme il ne saurait provenir ni de l'air, ni des réactions secondaires qui se passent dans les laves qui ne contiennent ni carbures, ni carbonates en quantités sensibles, il s'ensuit que ce gaz ne sort pas seulement des laves elles-mêmes où il avait été enclavé sous pression (car, dans ce cas, sa proportion par rapport aux gaz qui l'accompagnent resterait à peu près la même), mais qu'il vient aussi des profondeurs, d'abord très abondamment au moment de l'éruption, puis plus discrètement.

Cette remarque doit s'appliquer, nécessairement et en quelque mesure, à l'hydrogène, à l'azote et aux autres gaz. Mais bientôt ceux-ci n'étant plus émis par les laves refroidies et n'arrivant plus des profondeurs, ainsi qu'on va le voir, qu'en quantité relative très faible, l'acide carbonique redevient prépondérant.

10. A ce point de vue particulier et à d'autres, il était intéressant de connaître la composition des gaz qui se dégagent, souvent avec abondance, même après des siècles et des milliers d'années, des terrains volcaniques. Il m'a paru que la solfatare de Naples formée par un cratère préhistorique aussi bien que le cirque volcanique de cette même région où coulent les abondantes sources thermales d'Agnano seraient favorables à l'examen de cette question.

A la solfatare de Naples, je n'ai pu que très malaisément recueillir les gaz brûlants qui, en des centaines de points, se dégagent avec abondance d'un sol formé d'une cendre sableuse. J'ai constaté seulement dans ces gaz la présence d'une proportion très notable de vapeur d'eau qu'accompagne surtout de l'acide carbonique. J'ai trouvé que ce dernier formait (20 octobre

1907) 96 à 97 pour 100 de la totalité des gaz proprement dits, vapeur d'eau déduite.

Dans l'ancien cratère d'Agnano (environs de Naples), j'ai pu recueillir les gaz qui s'échappent en bouillonnant du sein des nombreuses sources thermales qui y surgissent abondamment de tous côtés. J'ai constaté que ces gaz sont très riches en acide carbonique.

L'un de ceux que j'ai captés au sein d'une des sources qui surgissent du sol en bouillonnant, à la température de 45°, m'a donné à l'analyse la composition suivante :

	Pour 100 de gaz secs.
Acide carbonique	96,52
Méthane	0,12
Hydrogène	0,015
Oxygène	0,46
Azote	2,87
Argon et congénères	0,028
	100,01

Les moyens dont je disposais pour recueillir ces gaz ne me permettent pas d'affirmer entièrement que l'oxygène que j'y ai trouvé en petite quantité ne provienne pas d'un peu d'air introduit par les manipulations (2 pour 100 d'air environ). Dans cette hypothèse possible (¹) la composition réelle de ces gaz devient :

Acide carbonique	98,59
Méthane	0,12
Azote	1,28
Argon et congénères	0,012
	100,00

Les gaz accompagnant l'azote non absorbables par le calcium au rouge ont été examinés soigneusement par M. Moureu qui y a trouvé, avant *toute autre manipulation*, les raies spectrales très nettes de l'argon et la raie jaune de l'hélium. Après condensation, sur le charbon refroidi dans l'air liquide (— 192°), du résidu gazeux non absorbable par le calcium, l'examen spectroscopique montre avec l'étincelle directe, dans le gaz non fixé, les raies

(¹) Nasini et ses collaborateurs ont généralement trouvé de 0,4 à 1 pour 100 d'oxygène dans les gaz des suffioni de Toscane même recueillis sous l'eau.

de l'hélium et la raie jaune faible du néon ainsi que plusieurs raies orangées du même corps.

En résumé le gaz qui se dégage abondamment, et depuis un temps immémorial, de l'ancien cratère d'Agnano est actuellement presque entièrement constitué par du gaz carbonique qu'accompagne une grande quantité d'eau avec des traces de méthane et un peu plus de 1 pour 100 d'azote auquel viennent se joindre l'argon, l'hélium et le néon en faible proportion, et probablement les autres satellites de l'argon, mais qu'on n'a pu caractériser faute de matière.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'anesthesie et du gel sur le dédoublement de certains glucosides chez les plantes.* Note de M. L. GUIGNARD.

Dans une Note communiquée aujourd'hui à l'Académie, M. Mirande fait connaître une nouvelle méthode, à la fois simple, rapide et sûre, pour la recherche de l'acide cyanhydrique dans les plantes fraîches. Elle est fondée sur ce fait que, « sous l'influence des vapeurs dégagées par les substances qui d'ordinaire suspendent la fonction chlorophyllienne, les plantes qui contiennent des composés cyaniques exhalent de l'acide cyanhydrique », dont la présence est facile à constater en se servant simplement du papier picrosodé dont j'ai indiqué, il y a quelque temps, la préparation et le mode d'emploi.

Toutefois, M. Mirande se garde, avec raison, comme on le verra dans un instant, d'établir aucun rapport entre la suspension du phénomène chlorophyllien et l'émission de l'acide cyanhydrique; celle-ci a lieu, en effet, aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière sous l'influence des anesthésiques.

Certaiues recherches exécutées dans ces dernières années, mais dont je n'ai pas encore publié les résultats, m'ont amené à constater des faits entièrement comparables à celui dont il vient d'être question et permettant d'en indiquer la cause.

On sait que la plupart des Crucifères, ainsi que les espèces de plusieurs autres familles, fournissent des essences sulfurées, dont la plus répandue est l'essence de moutarde. Ces essences ne sont pas préformées dans la plante, mais prennent naissance par l'action d'un ferment, la myrosine, sur un glucoside, représenté le plus souvent par le myronate de potassium.

Parmi les espèces qui donnent la plus forte proportion d'essence se trouvent la Moutarde noire et le Raifort.

Si l'on soumet, en vase clos, des plantules entières de Moutarde noire, âgées d'une huitaine de jours et parfaitement intactes, à l'action des vapeurs de chloroforme, on remarque que l'anesthésie détermine la production de l'essence, dont l'odeur devient très sensible après la volatilisation du chloroforme. Le phénomène se manifeste aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière, et de la même façon avec des plantules étiolées qu'avec des plantules vertes.

Il en est de même quand on opère avec des feuilles entières de Raifort, dont on a coupé le pétiole et obturé la surface de section pour éviter la sortie du suc de la feuille.

Sous l'influence de l'anesthésique, les organes deviennent flasques et changent de teinte; leur surface apparaît humide ou même laisse perler des gouttelettes liquides dont l'odeur et la saveur ne laissent aucun doute sur la présence de l'essence. On peut même recueillir le produit de l'exsudation de plusieurs manières et transformer la minime quantité d'essence en sulfure, facile à déceler par le nitro-prussiate de soude.

L'essence de moutarde se produit donc dans les mêmes conditions expérimentales que l'acide cyanhydrique. Ce résultat est dû à l'action générale que le chloroforme exerce sur le protoplasme de la cellule vivante; elle est indépendante de la chlorophylle et n'a rien de commun avec la transpiration normale. C'est un fait sur lequel Raphaël Dubois a depuis longtemps attiré l'attention dans ses recherches sur les anesthésiques.

Que l'on suspende, par exemple, dans un vase bien bouché, en présence de chloroforme ou d'éther, une feuille charnue pauvre en méats aérifères, comme celle d'une Cactée, on ne tardera pas à voir sourdre à sa surface de nombreuses gouttelettes de liquide. Si l'on s'adresse à une plante riche en méats aérifères, le phénomène peut passer inaperçu, parce que, dans ce cas, l'eau chassée du protoplasme des cellules n'apparaît pas à l'extérieur; mais les organes verts prennent une teinte particulière qui rappelle celle des plantes gelées et indique seule le changement qui s'est opéré dans leur profondeur.

Dans des conditions analogues, les poils charnus qui constituent la partie comestible de l'Orange laissent exsuder un liquide renfermant des principes solubles et notamment de l'acide citrique. On peut donc dire que le contenu cellulaire subit une véritable déshydratation, puisqu'une partie du liquide passe à l'extérieur de la cellule.

De même, dans le cas des plantes à glucosides, tels que le myronate de potassium ou l'amygdaline, ces principes sont entraînés avec l'eau qui les tient en solution et arrivent au contact des ferments, localisés dans des cellules spéciales : d'où le dédoublement produisant soit de l'essence de moutarde, soit de l'acide cyanhydrique.

En examinant au microscope les tissus anesthésiés, on constate que les cellules ont subi la plasmolyse; leur sac protoplasmique est détaché de la membrane cellulaire et plus ou moins contracté ([1]).

D'autre part, c'est un fait bien connu que le gel détermine aussi un appel d'eau en dehors des cellules végétales. L'eau passe par diffusion à travers la couche périphérique du protoplasme et la membrane cellulaire. Le gel est toujours corrélatif d'un appauvrissement en eau du cytoplasme, avec exosmose de cette eau hors de la cellule; de sorte que la mort par le gel est une mort par déshydratation.

S'il en est ainsi, le gel doit produire le même effet que l'anesthésie. C'est effectivement ce que j'ai constaté.

Une feuille de Raifort que l'on soumet dans un tube au refroidissement produit par le chlorure de méthyle, ou sur laquelle on pulvérise directement ce dernier, prend le même aspect que sous l'influence du chloroforme et dégage bientôt, quand la température a remonté, une odeur extrêmement intense d'essence de moutarde.

Soumises également au refroidissement, les feuilles des plantes à glucoside cyanhydrique devaient se comporter de la même façon que celles du Raifort. En effet, les feuilles de Laurier-cerise, de Photinia, de Sorgho, de Passiflore, placées après l'action du chlorure de méthyle dans un tube avec un morceau de papier picro-sodé, ne tardent pas à donner lieu à la coloration caractéristique que produit l'acide cyanhydrique. Cette coloration est aussi rapide qu'après l'action du chloroforme.

Dans ces expériences, il n'y avait pas formation de cristaux de glace et par suite aucune déchirure des tissus.

Le même résultat s'obtient avec d'autres végétaux, tels que le *Gaultheria procumbens,* qui contient également un glucoside donnant naissance, sous l'influence du ferment qui l'accompagne dans les tissus, à du salicylate de méthyle. Le gel et l'anesthésie des feuilles de cette plante font apparaître rapidement l'odeur toute spéciale de l'essence de winter-green.

Il y a là, en somme, une méthode générale de recherche de certains composés dont la formation résulte de l'action réciproque d'un ferment et d'un glucoside arrivant au contact l'un de l'autre par l'intermédiaire de l'eau. Les observations de M. Mirande sont un exemple très intéressant de son application à la recherche des plantes à acide cyanhydrique.

([1]) M. Mirande m'informe qu'il a observé aussi ce phénomène.

PARASITOLOGIE. — *Sur une hémogrégarine de* Pituophis melanoleucus. Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit**.

Nous avons trouvé récemment des hémogrégarines chez trois Ophidiens du Mexique, morts peu après leur arrivée à Paris. Ces Ophidiens appartenaient aux espèces suivantes : *Pituophis melanoleucus* Holbr. = *Coluber melanoleucus* Daud.; *Zamenis constrictor* L.; *Coluber triaspis* Cope [1].

C'est l'étude de l'hémogrégarine de *P. melanoleucus* qui nous a donné les résultats les plus intéressants, en raison du grand nombre des parasites et de leurs formes de multiplication, en raison aussi de ce fait que le cadavre du *P. melanoleucus* était dans un meilleur état de conservation que les cadavres des deux autres Ophidiens.

Hémogrégarine de Pituophis melanoleucus. — La couleuvre mesure 2^m de long environ. Le sang contient de nombreuses hémogrégarines; en examinant une préparation de sang en couche très mince avec l'oculaire 1 et l'objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Verick, on trouve parfois de 6 à 8 parasites dans le champ. Les hémogrégarines se présentent sous les aspects suivants dans les préparations colorées au Giemsa.

1° Petites formes endoglobulaires. L'hémogrégarine, qui mesure 10^{μ} à 11^{μ} de long, a une forme cylindrique légèrement incurvée, avec des extrémités arrondies. Le karyosome volumineux occupe le tiers au moins du parasite (*fig.* 1). La même hématie contient parfois deux hémogrégarines (*fig.* 2).

2° Grandes formes endoglobulaires. L'hémogrégarine atteint 12^{μ} de long sur 4^{μ} à 5^{μ} de large, en conservant d'abord la forme cylindrique légèrement incurvée, des éléments jeunes (*fig.* 3), mais bientôt une des extrémités s'effile et se replie sur le corps du parasite (*fig.* 4); à l'état adulte, le repliement en deux est complet (*fig.* 5). Vers la partie moyenne de l'hémogrégarine se trouve le noyau qui est constitué par de grosses granulations ou par des tractus de chromatine.

Le protoplasme ne contient qu'un petit nombre de fines granulations chromophiles. Les hémogrégarines sont encapsulées; on distingue assez souvent, aux extrémités de la capsule, des lignes transversales légèrement incurvées (*fig.* 5).

Les altérations des hématies parasitées sont très peu marquées. Les hématies qui contiennent de grandes hémogrégarines s'allongent un peu et leurs noyaux sont refoulés, mais il ne s'agit là que d'altérations inévitables, dues à l'action mécanique des parasites.

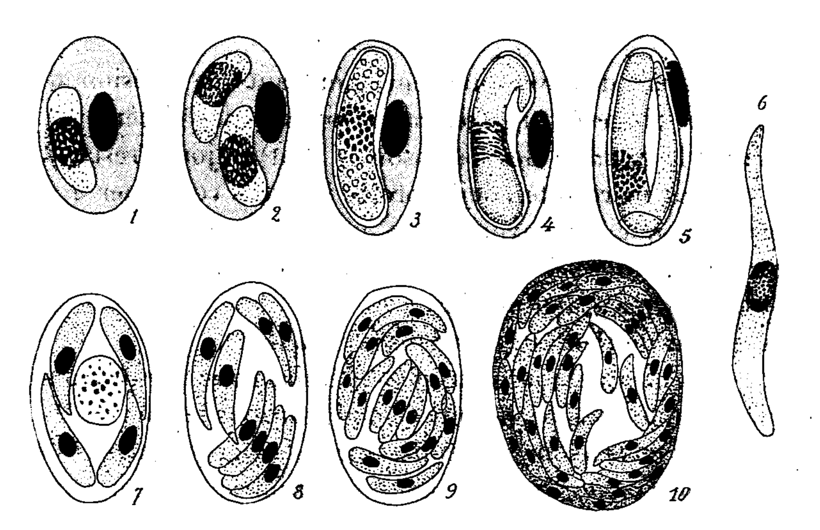
3° Grandes formes libres. Ces formes ne sont pas rares dans les préparations du sang ou dans les frottis de viscères. Les hémogrégarines dépliées mesurent 34^{μ} de

---

(1) Ces déterminations ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle par M. Pellegrin, auquel nous adressons nos très sincères remercîments pour son précieux concours.

long, sur 3µ de large environ; elles ont l'aspect de vermicules arrondis à une extrémité, effilés à l'autre (*fig.* 6); elles sont souvent incurvées. Vers la partie moyenne on distingue le karyosome.

4° Formes de multiplication. Ces formes qui ont été recherchées vainement dans le sang, existent, en grand nombre, dans les capillaires sanguins des poumons, du foie et de la rate; en petit nombre dans les reins.



1, 2, petites hémogrégarines endoglobulaires de *Pituophis melanoleucus;* 3, 4, 5, stades plus avancés de développement; 6, hémogrégarine libre; 7, 8, 9, 10, kystes contenant 4, 8, 16, 40 mérozoïtes; au centre du kyste à 4 mérozoïtes, on voit un reliquat non visible dans les autres kystes. Grossissement : 1300 D environ.

Les kystes, qui ont une forme ovalaire plus ou moins allongée, sont de volume variable. Ils mesurent 25µ à 40µ de long sur 17µ à 32µ de large. Le nombre des mérozoïtes varie beaucoup. Sur 36 kystes en bon état, examinés dans des frottis du foie ou de la rate convenablement colorés, nous avons noté : 3 mérozoïtes, 1 fois; 4 mérozoïtes, 10 fois; 5 mérozoïtes, 3 fois; 6 mérozoïtes, 6 fois; 8 mérozoïtes, 2 fois; 16 mérozoïtes, 2 fois; 20 mérozoïtes, 1 fois; 28 mérozoïtes, 1 fois; 30 mérozoïtes, 1 fois; 32 mérozoïtes, 3 fois; 38 mérozoïtes, 1 fois; 40 mérozoïtes, 2 fois; 44 mérozoïtes, 1 fois; 60 mérozoïtes, 1 fois; 68 mérozoïtes, 1 fois. La numération est difficile quand le nombre des mérozoïtes s'élève à plus de 16; il est donc possible que des erreurs aient été commises, mais ces erreurs ne dépassent pas quelques unités et elles n'ont porté que sur les kystes renfermant de 20 à 68 mérozoïtes.

Les mérozoïtes sont d'autant plus grands qu'ils sont moins nombreux; ils mesurent de 12µ à 14µ de long dans les kystes qui n'en renferment que de 4 à 8, et 8µ seulement dans ceux qui en renferment de 30 à 60 (*fig.* 7, 8, 9 et 10).

Les mérozoïtes sont souvent disposés à la périphérie des kystes, la partie centrale étant occupée par un reliquat qui contient des granulations brunâtres (*fig.* 7). Le reliquat, bien visible dans les kystes examinés à l'état frais ou sur les coupes, après

fixation au sublimé acétique, n'est pas visible sur les frottis fixés à l'alcool-éther (*fig.* 8, 9 et 10).

Ainsi que nous l'avons fait remarquer déjà, à propos de *Hæmogregarina lacertæ* ([1]), la formation des mérozoïtes dans les kystes de multiplication endogène des Reptiles ne paraît pas être soumise à des règles invariables et à côté des kystes à macro et à micromérozoïtes, il y a des formes intermédiaires.

Les kystes en voie de développement, montrant une division multiple du noyau, n'ont été observés que très rarement dans les viscères de *Pituophis melanoleucus* et le nombre des karyosomes était toujours restreint. Faut-il admettre que les mérozoïtes déjà formés peuvent continuer à se diviser? Les observations que nous avons faites à ce sujet ne sont pas concluantes.

Le sang du *P. melanoleucus* contenait, outre les hémogrégarines, des microfilaires en assez grand nombre.

Il n'y avait pas de Pentastomes dans les poumons.

L'hémogrégarine que nous venons de décrire nous paraît constituer une espèce nouvelle que nous proposons de désigner sous le nom de *H. pituophis*.

Des notes que nous avons recueillies sur les hémogrégarines de *Zamenis constrictor* et de *Coluber triaspis*, nous reproduirons seulement ce qui est relatif aux kystes représentant le stade de multiplication endogène des hémogrégarines.

Chez *Zamenis constrictor* nous avons trouvé des kystes peu nombreux dans les frottis du foie et de la rate; ces kystes, de forme ovalaire, mesuraient 17^{μ} à 24^{μ} de long; ils contenaient de 3 à 16 mérozoïtes.

Chez *Coluber triaspis*, des kystes assez nombreux existaient dans les poumons, dans la rate et dans les reins. Ces kystes, de forme ovalaire, mesuraient 20^{μ} à 25^{μ} de long; ils contenaient des mérozoïtes en nombre très variable; nous avons compté : 4 mérozoïtes, une fois; 5, une fois; 16, neuf fois; plus de 20, une fois; 32, six fois; plus de 35, une fois; plus de 54, une fois. Les mérozoïtes du kyste à 4 éléments mesuraient 12^{μ} de long, ceux des kystes à éléments nombreux étaient notablement plus petits.

Les kystes des hémogrégarines des Ophidiens présentent une résistance remarquable. Plus de 20 jours après la mort, on retrouve, dans le foie en pleine putréfaction, des kystes parfaitement conservés. Ceux-ci, en effet, sont munis d'une membrane d'enveloppe qui laisse bien diffuser les liquides, mais qui s'oppose au passage des bactéries et qui est difficilement atta-

([1]) A. Laveran et A. Pettit, *Comptes rendus*, 21 décembre 1908.

quable par les agents chimiques. Cette membrane résiste, au moins 24 heures, à l'acide chlorhydrique et à l'acide sulfurique en solution aqueuse à 5 pour 100, à l'acide acétique en solution aqueuse à 20 pour 100, à la soude et à la potasse en solution aqueuse concentrée; bien entendu, ces substances, qui diffusent à travers la membrane, altèrent les mérozoïtes. Les mélanges iodo-iodurés sont sans action sur la membrane d'enveloppe, mais l'eau de javelle la détruit en quelques minutes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbures neutres de rubidium et de cœsium.* Note de M. DE FORCRAND.

Jusqu'ici ces composés ont été peu étudiés et nous n'avons guère à leur sujet que les quelques renseignements fournis par Kirchhoff et Bunsen dans leur Mémoire classique (1), qui date de près d'un demi-siècle.

Les trois métaux : potassium, rubidium et cæsium, sont tellement voisins qu'il y a intérêt à rechercher leurs caractères différentiels. C'est pourquoi j'ai repris l'étude de leurs carbonates neutres, spécialement au point de vue de leur hydratation.

Les carbonates anhydres neutres de rubidium et de cæsium se dissolvent très rapidement dans l'eau avec une élévation de température notable. J'ai d'ailleurs publié déjà (2) leurs chaleurs de dissolution pour la température de $+15°$:

$$+8^{Cal},750\ (^3) \qquad \text{et} \qquad +11^{Cal},840,$$

nombres sensiblement plus élevés que celui que fournit le carbonate de potasse $+6^{Cal},382$. Les valeurs vont en augmentant régulièrement avec le poids atomique du métal; la différence de l'une à l'autre est sensiblement constante et égale à $2^{Cal},75$.

La concentration des dissolutions saturées croît également dans le même sens :

51,61 pour 100 de K^2CO^3 à $+15°$,	soit	$K^2CO^3 + 7,20\ H^2O$,
69,01 pour 100 de Rb^2CO^3 à $+20°$,	soit	$Rb^2CO^3 + 5,76\ H^2O$,
72,34 pour 100 de Cs^2CO^3 à $+20°$,	soit	$Cs^2CO^3 + 7,59\ H^2O$.

(1) *Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. LXIV, 1862, p. 269 et 293.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 511.

(3) J'avais obtenu ce nombre avec un carbonate retenant encore un peu d'eau; je propose de lui substituer la valeur : $+9^{Cal},077$, un peu supérieure, que m'a donnée un échantillon très pur provenant de la décomposition du bicarbonate bien cristallisé.

Les chaleurs de dissolution, à $+15°$, de ces trois liqueurs saturées sont presque nulles :

$$-0^{Cal},020, \quad +0^{Cal},884, \quad -0^{Cal},024,$$

sauf pour le second terme (Rb^2CO^3), qui indique déjà, par ce fait, une allure spéciale et une affinité plus grande pour l'eau.

Ces dissolutions, particulièrement les deux dernières (Rb^2 et Cs^2), fixent un peu de gaz carbonique, lorsqu'on les abandonne longtemps à l'air, et forment des composés particuliers sur lesquels je reviendrai.

Si on les laisse sous cloche sèche, elles fournissent des cristaux volumineux d'hydrates qui semblent être ortho ou clinorhombiques, mais dont la détermination exacte est difficile. Les carbonates de rubidium et de cæsium donnent ainsi, vers 15° ou 20° :

$$Rb^2CO^3 + 1,5H^2O, \quad Cs^2CO^3 + 3,5H^2O \text{ (1)}.$$

En réalité, l'analyse de ces composés, souvent en gros cristaux, fournit toujours plus d'eau qu'il ne convient pour les formules précédentes ; comme dans le cas du carbonate de potasse, une certaine quantité d'eaux mères est constamment retenue, et l'on trouve en fait de 1,6 à 1,9 H^2O pour le premier et de 3,6 à 4 H^2O pour le carbonate de cæsium, même après avoir étalé les cristaux sur des plaques poreuses placées sous cloche sèche et alors que leur aspect est devenu celui d'un sel sec. Mais on peut s'assurer que leur formule correspond bien respectivement à 1,5 et 3,5 H^2O par les moyens que j'ai indiqués à propos du carbonate de potasse (2).

Ce premier résultat montre que le carbonate de rubidium se rapproche de celui du potassium par le degré d'hydratation (1,5 H^2O), tandis que le carbonate de cæsium s'éloigne des deux premiers (3,5 H^2O).

Ces formules donnent, toutes les trois, un nombre impair de demi-molécules d'eau, ce qui paraît indiquer qu'elles devraient être au moins doublées :

$$2M^2CO^3 + 3H^2O \quad \text{pour} \quad K^2 \text{ et } Rb^2,$$

et

$$2Cs^2CO^3 + 7H^2O.$$

J'ai soumis ces deux hydrates de Rb^2CO^3 et de Cs^2CO^3 à l'action de la chaleur dans le but d'en suivre la déshydratation progressive, la vapeur d'eau étant chassée par un courant d'hydrogène ou d'air sec.

(1) M. Lebeau (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 8e série, t. VI, 1905, p. 428) a signalé incidemment une combinaison : $3Cs^2CO^3 + 10H^2O$ qui est peut-être identique à celle-ci.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1731.

J'ai constaté ainsi que ces hydrates se dissocient à peine au-dessous de 100°. A la température du bain-marie (98° environ), l'eau combinée s'élimine lentement. Il faut 12 ou 15 heures pour arriver à une limite, ce qui indique déjà une chaleur de formation voisine de $+4^{Cal},5$ par molécule d'eau fixée, et un point d'ébullition d'à peu près +200°.

Cependant la limite n'est pas la même avec les deux carbonates hydratés.

$Rb^2CO^3 + 1,5\,H^2O$ perd seulement, dans ces conditions (98°), $0^{mol},5$ d'eau, et fournit un composé effleuré qui est le monohydrate Rb^2CO^3, H^2O.

Celui-ci ne perd de nouveau de l'eau qu'à une température plus élevée, vers 110°-120°, et avec une extrême lenteur; à 180° la déshydratation se continue bien plus rapidement. Toutefois de petites quantités d'eau résistent encore.

Ces phénomènes semblent indiquer qu'il y aurait plusieurs hydrates entre le monohydrate et le sel anhydre, lesquels correspondraient à des degrés de condensation différents de la molécule, mais les arrêts sont peu nets, et je n'ai pas pu caractériser ces composés.

Je ne retiendrai donc, comme intermédiaire entre

$$Rb^2CO^3 \quad \text{et} \quad Rb^2CO^3 + 1,5\,H^2O,$$

que le monohydrate.

Le carbonate de cæsium se comporte d'une manière différente; son hydrate à $3,5\,H^2O$, chauffé vers 98°, fournit, quoique lentement, sans arrêt, le sel anhydre.

Ainsi Rb^2CO^3, qui se montre voisin de K^2CO^3 par la formule de son hydrate normal ($1,5\,H^2O$), s'en écarte parce qu'il donne un monohydrate par efflorescence. Au contraire Cs^2CO^3 diffère de K^2CO^3 par l'état d'hydratation ($3,5\,H^2O$ au lieu de 1,5), mais s'en rapproche par sa déshydratation complète à 100°.

Pour préciser davantage, j'ai mesuré les chaleurs de dissolution à +15° :

	Cal
$Rb^2CO^3 + H^2O$	+2,883
$Rb^2CO^3 + 1,5\,H^2O$	−0,192
$Cs^2CO^3 + 3,5\,H^2O$	−3,599

d'où l'on déduit

	Cal	
Fixation de 0,5 H^2O liq. sur Rb^2CO^3, H^2O.	+2,275	soit pour H^2 liq. : +4,550
Fixation de H^2O liq. sur Rb^2CO^3	+6,994	
Soit en tout	+9,269	pour 1,5 H^2O fixés sur Rb^2CO^3
Fixation de 3,5 H^2O liq. sur Cs^2CO^3....	+15,446	soit pour H^2O liq. : +4,413

et comme le passage de K^2CO^3 à $K^2CO^3 + 1,5\,H^2O$ dégage +7,036,

soit $+ 4^{Cal},691$ par molécule d'eau liquide, on peut dire que les trois hydrates normaux (à 1,5 H^2O pour K^2CO^3 et Rb^2CO^3, à 3,5 H^2O pour Cs^2CO^3) ont une tendance presque égale à l'efflorescence ; les trois nombres forment la série

4,691, 4,550, 4,413,

et les points d'ébullition seraient, en degrés centigrades :

+205°,4, +200°,7, +196°,1,

valeurs voisines et régulièrement décroissantes lorsque le poids atomique du métal augmente.

Quant au monohydrate de Rb^2CO^3, il est beaucoup plus stable (près de 7^{Cal} pour H^2O liq.), et son point d'ébullition serait de + 282°.

On peut encore calculer, au moyen des nombres précédents, les résultats suivants :

			Cal
Passage du	Rb^2CO^3	à sa dissolution saturée	+ 8,193
»	Cs^2CO^3	»	+11,871
»	$Rb^2CO^3 + 1 H^2O$	»	+ 1,191
»	$Rb^2CO^3 + 1,5 H^2O$	»	− 1,076
»	$Cs^2CO^3 + 3,5 H^2O$	»	− 3,623

Ce qui montre que, seuls, les carbonates anhydres sont de puissants déshydratants, plus actifs même que le carbonate de potasse anhydre ($+ 6^{Cal},402$).

Pour préciser, chaque molécule d'eau mise en présence des carbonates anhydres, de manière à former les dissolutions saturées, dégage, vers + 20° :

			Cal
Avec K^2CO^3	$\frac{6,402}{7,2}$	soit	0,889
» Rb^2CO^3	$\frac{8,193}{5,76}$	»	1,422
» Cs^2CO^3	$\frac{11,871}{7,59}$	»	1,564

Ces deux derniers carbonates pourraient donc être substitués avantageusement à celui de potasse si leur prix élevé ne s'y opposait pas dans les cas ordinaires.

M. A. **Lacroix** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Léon Desbuissons, intitulé : *La vallée de Binn* (*Valais*), dont il a écrit la Préface.

PLIS CACHETÉS.

M. **Guynot de Boismenu** demande l'ouverture de deux plis cachetés relatifs à la synthèse du diamant, déposés par lui, le premier le 27 avril 1908, sous le n° 7332, le second le 4 janvier 1909, sous le n° 7429.

Ces deux plis sont ouverts en séance par M. le Président, et les pièces qu'ils contiennent sont renvoyées à l'examen de MM. A. Lacroix, Maquenne et Le Chatelier.

D'après cet examen, l'Académie, constatant que parmi ces pièces se trouve un brevet d'invention pris à Paris le 24 août 1907, décide qu'il n'y a pas lieu de donner d'autre suite à cette Communication.

M. **Alexandre Sée** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu le 29 septembre 1908 et inscrit sous le n° 7387, dans la séance du 5 octobre.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Le Mécanisme du vol à voile des oiseaux*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique).

CORRESPONDANCE.

M. **A. Perot** adresse un Rapport sur les travaux accomplis et les résultats obtenus grâce à la subvention qui lui a été accordée par l'Académie, sur le fonds Bonaparte, en 1908.

M. **E. Gonnessiat** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée par l'Académie, sur le fonds Bonaparte, en 1908.

MM. **Alphonse Berget**, **Ch. Pérez** adressent des remercîments pour la subvention que l'Académie leur a accordée sur le fonds Bonaparte, en 1909.

MM. **A. Boulanger**, **Jeance** et **Victor Colin**, le comte **de Sparre** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Savants du jour : Henri Poincaré. Biographie, bibliographie analytique des écrits*, par Ernest Lebon.

2° *Initiation à la Mécanique*, par M. Ch.-Éd. Guillaume. (Présenté par M. P. Appell.)

3° *La Maladie du Sommeil au Congo français*, par MM. G. Martin, Lebœuf et Roubaud. (Présenté par M. E. Roux, au nom de M. Le Myre de Vilers, Président de la Société de Géographie, qui a organisé la Mission française d'études pour la maladie du sommeil.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les suites de fonctions mesurables.* Note de M. **Henri Lebesgue**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 17 mai 1909), M. F. Riesz rappelle une proposition que j'ai énoncée ainsi (*Leçons sur les séries trigonométriques*, p. 9 et 10) : « Si une série de fonctions mesurables converge en tous les points d'un intervalle, les points de cet intervalle pour lesquels l'un des restes, à partir du $n^{\text{ième}}$, n'est pas inférieur à $\varepsilon > 0$, en valeur absolue, est de mesure aussi petite que l'on veut, à condition de prendre n assez grand. »

M. Riesz ajoute :

« La démonstration de ce fait, donnée par M. Lebesgue, n'est pas tout à fait correcte, mais elle peut être aisément corrigée. »

Je dois à l'obligeance de M. Riesz de pouvoir compléter cette indication. La proposition énoncée résultait du raisonnement que je vais citer, dans lequel $f_1, f_2, \ldots$ désignent des fonctions mesurables qui tendent vers une limite f, pour les points d'un ensemble mesurable E.

« Soient e_p l'ensemble mesurable des points en lesquels on a $|f_p - f| < \varepsilon$ et E_p l'ensemble mesurable des points communs à $e_p\, e_{p+1}, \ldots$. L'ensemble mesurable $E_1 + (E_2 - E_1) + (E_3 - E_2) + \ldots$ contient E; il est formé d'ensembles sans point commun; donc, en prenant dans la série précédente un nombre n, suffisamment grand de termes, on a un ensemble [qui n'est autre que E_n (¹)] dont la mesure est au moins égale à celle de E. »

(¹) Dans mes Leçons, il y a E_p au lieu de E_n; c'est une faute d'impression.

Des explications que m'a données M. Riesz, il résulte que ma rédaction ne serait correcte que si, dans la dernière phrase citée, on intercalait les mots *un nombre arbitrairement choisi inférieur à* entre *égale à* et *celle de E*. En somme, après avoir constaté que $E_1 + (E_2 - E_1) + (E_3 - E_2) + \ldots$ est formé d'ensembles sans point commun et contient E, ce qui est tout le raisonnement, j'aurais dû formuler autrement la conclusion : l'ensemble des points de E qui n'appartiennent pas à E_n a une mesure qui tend vers zéro avec n; ce que j'ai d'ailleurs fait dans l'énoncé rappelé au début.

Je me félicite que mes écrits soient lus avec tellement de soin qu'on y relève même les erreurs de la nature de celle dont il s'agit ici.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des fonctions analytiques uniformes.* Note de M. **D. Pompeiu**, présentée par M. P. Painlevé.

Considérons une fonction analytique uniforme $f(z)$ ayant les propriétés suivantes :

1° Les points singuliers de $f(z)$ sont tous situés sur un segment rectiligne AB.

2° On a, quel que soit z, dans le voisinage du segment AB,

$$|f(z)| < M,$$

M étant un nombre positif fixe; autrement dit, la fonction est bornée au voisinage de ses points singuliers.

3° A l'infini la fonction $f(z)$ est nulle.

Dans le cas où tous les points de AB sont singuliers (AB coupure *essentielle*), des exemples de telles fonctions sont bien connus. Mais le cas intéressant est celui où les points singuliers de $f(z)$ forment sur AB un ensemble parfait *partout discontinu*. J'ai donné, dans ma Thèse, un exemple d'une telle fonction uniforme. Mais, dans tous les cas, la *longueur* de l'ensemble des points singuliers de $f(z)$, si cette fonction est bornée, est nécessairement non nulle.

Dans ce qui suit je me propose de définir sur l'ensemble des points singuliers de $f(z)$ deux fonctions $\Phi(z)$ et $\varphi(z)$, non analytiques, qui caractérisent complètement la fonction analytique uniforme $f(z)$. Ces fonctions jouent donc, en un certain sens, pour $f(z)$, le même rôle que la *fonction caractéristique* $G\left(\frac{1}{z-a}\right)$ pour une fonction ayant un point singulier essentiel isolé $z = a$, G étant une fonction entière.

Je définis d'abord la fonction Φ.

Pour cela j'introduis les notations suivantes : par les lettres α et β je désigne les affixes des points A et B, supposés singuliers pour $f(z)$; par ζ je désigne tout point situé sur AB, et par z les points extérieurs à AB; enfin je désignerai par u les points du plan complexe lorsqu'il n'y aura pas lieu de distinguer si ces points sont des ζ ou des z.

Cela posé, du point A comme centre je décris un cercle C passant par un point ζ de AB et je forme l'intégrale

$$\Phi(\zeta) = \int_{C} f(u)\, du.$$

La fonction $f(u)$ étant bornée, l'intégrale a certainement un sens. Il est vrai que $f(u)$ n'est pas définie au point $u = \zeta$, mais cela n'a aucune influence sur la valeur de l'intégrale.

La fonction $\Phi(\zeta)$ se trouve ainsi définie pour tout point ζ du segment AB. En particulier, au point α, on a

$$\Phi(\alpha) = 0.$$

Il est aisé de montrer que $\Phi(\zeta)$ est une fonction continue de ζ. Dans un intervalle (ζ', ζ'') où la fonction $f(z)$ n'a pas de points singuliers, Φ reste constante. Mais on peut démontrer une autre propriété importante de la fonction $\Phi(\zeta)$:

Deux fonctions analytiques (remplissant les conditions précisées au début de cette Note) *qui ont mêmes points singuliers et donnent naissance à la même fonction Φ coïncident identiquement.*

En d'autres termes, si Φ est identiquement nul, il en est de même de $f(z)$.

J'indique la marche de la démonstration :

On part de la formule de Cauchy

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi} \int_{G} \frac{f(u)\, du}{u - z};$$

le contour fermé G enveloppant le segment AB et le point z étant extérieur à G. Pour évaluer l'intégrale du second membre on applique le procédé bien connu de M. Goursat (voir aussi ma Thèse, Chapitre I de la première Partie) basé sur la division du domaine (G) en régions élémentaires. Mais le contour G a pu être pris aussi près qu'on veut de AB; donc l'aire du domaine (G) est aussi petite qu'on veut, et à la fin on montre que si $\Phi(\zeta)$ est identiquement nul, il en est de même de $f(z)$.

Donc la fonction $\Phi(\zeta)$ caractérise $f(z)$. Mais on peut aller plus loin. Soit s la distance du point ζ au point α; on voit que

$$\Phi(\zeta) = \Phi_1(s) + i\,\Phi_2(s),$$

les Φ_1 et Φ_2 étant deux fonctions réelles de la variable réelle s.

Il est facile de montrer que ces fonctions continues sont à *variation bornée*. Or, M. Lebesgue a démontré que toute fonction à variation bornée admet une dérivée finie, sauf peut-être pour des points formant un ensemble de mesure nulle.

Il existe donc deux fonctions $\varphi_1(s)$ et $\varphi_2(s)$ et par suite une fonction

$$\varphi(\zeta) = \varphi_1(s) + i\,\varphi_2(s)$$

définie sur le segment AB, sauf peut-être pour des points de AB formant un ensemble de longueur nulle, et telle que

$$\Phi'(\zeta) = \varphi(\zeta).$$

On démontre enfin que

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_\alpha^\beta \frac{\varphi(\zeta)}{\zeta - z}\,d\zeta, \tag{1}$$

ce qui donne la représentation générale de la classe des fonctions analytiques considérées. Les points ζ, pour lesquels φ n'a pu être défini, formant un ensemble de longueur nulle n'ont aucune influence sur l'intégrale.

La démonstration de l'égalité (1) se fait en faisant voir que la fonction définie par l'intégrale du second membre et la fonction $f(z)$ ont mêmes points singuliers et même fonction Φ.

HYDRAULIQUE. — *Sur les systèmes de réservoirs*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

J'ai étudié antérieurement les systèmes de n réservoirs $S_1, \ldots, S_n$ pouvant communiquer deux à deux, en envisageant surtout les réservoirs de liquide dont la surface est libre et dont les dispositifs de communication ne sont pas noyés. Plus généralement, quand on veut étudier le mouvement de n réservoirs (d'eau avec surface libre, de gaz, de chaleur), communiquant deux à deux, l'état de S_i étant caractérisé par une quantité z_i (cote du niveau supérieur de l'eau, pression, température), on est conduit à un

système [1]

$$\frac{dw_i}{dt} = S_i(z_i)\frac{dz_i}{dt} = \varphi_{0i} + \varphi_{1i} + \ldots + \varphi_{ni} + a_i(t) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \tag{1}$$

où $S_i(z_i)$ est une fonction positive de z_i, $a_i(t)$ le débit d'alimentation du réservoir S_i, $-\varphi_{0i}$ le débit externe de S_i, $\varphi_{ii} = 0$; $\varphi_{ji} = \varphi_{ji}(z_j, z_i) = -\varphi_{ij}$ est ou bien identiquement nul si S_i et S_j ne communiquent pas, ou bien une fonction habituellement continue, croissante de z_j, décroissante de z_i, finie avec z_i et z_j, qui représente le débit positif ou négatif de S_j vers S_i; on a $\varphi_{ji} = +\infty$ pour $z_j = +\infty$, φ_{oi} et $\varphi_{ji} = -\infty$ pour $z_i = +\infty$. On admet que les dispositifs de communication et les exutoires des n réservoirs permettent, si on les suit dans un ordre convenable, de passer d'un quelconque de ces réservoirs à un autre quelconque et de sortir du système.

On peut démontrer sur ces systèmes d'équations différentielles (1) et d'autres un peu plus généraux, si la *capacité* w_i, fonction de z_i, augmente indéfiniment avec z_i, cette propriété :

I. *Quand les valeurs des a_i restent limitées supérieurement, les z_i restent limités.*

Elle a lieu en particulier pour un système de n réservoirs de gaz maintenus à la température extérieure et qui communiquent par des orifices où l'écoulement est adiabatique [2]. On peut aussi envisager n réservoirs, les uns de liquide à surface libre, les autres, fermés, de liquide et de gaz à la température extérieure. La même propriété subsiste quand certaines fonctions φ_{ij} sont bivalentes et discontinues (mais finies avec z_i et z_j) dans un domaine limité, comme il peut arriver en Hydraulique des liquides si certains dispositifs de communication sont des siphons, ou peut-être dans d'autres cas (expériences de M. Bazin).

Enfin, les équations (1) s'appliquent encore lorsque les dispositifs de communication sont *branchés* ou *maillés*, à la façon de ce qui arrive dans les distributions d'eau, cas que j'avais écarté jusqu'ici : on suppose à chaque *nœud* un réservoir *fictif* S_i pour lequel $S_i(z_i) = 0$, z_i étant la *quantité caractéristique* (charge, pression, température) de l'état du nœud; l'ensemble des réservoirs réels ou fictifs étant alors désigné par $S_1, \ldots, S_n$, j'ai pu étendre en outre la propriété I à des catégories assez générales de pareils systèmes.

Quand $S_1, \ldots, S_n$ sont des réservoirs dont quelques-uns peuvent être fictifs, je me suis occupé du régime permanent et des régimes voisins, dans les domaines où φ_{ij} et φ_{0i} sont continus. Soit un régime permanent où $z_i = \zeta_i =$ const., $a_i = a_i^0 =$ const.,

---

[1] Comme précédemment, je suppose négligeable la longueur des dispositifs de communication.

[2] Voir Boussinesq, *Journ. de Math.* (Jordan), 1904, p. 80.

$\zeta_i \neq \zeta_k$, et pour $z_i = \zeta_i$, si φ_{ki}, φ_{0i} ne sont pas identiquement nuls dans le domaine,

$$B_{ki} = \frac{\partial \varphi_{ki}}{\partial z_k} \geqq 0 \quad (i \neq k), \qquad -B_{ik} = \frac{\partial \varphi_{ki}}{\partial z_i} = -\frac{\partial \varphi_{ik}}{\partial z_i} \leqq 0,$$

$$B_{i0} = -\frac{\partial \varphi_{0i}}{\partial z_i} \geqq 0, \qquad B_{ii} = -\sum_k B_{ik} \leqq 0 \qquad (k = 0, 1, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n);$$

avec ces hypothèses, habituellement vraies, et celles-ci, qui auront lieu en général (par exemple si les a_i relatifs aux réservoirs réels sont tous > 0), B_{ik} ou $B_{ki} > 0$, $B_{ii} < 0$, un des $B_{i0} > 0$, j'établis cette propriété :

II. *Les équations différentielles des petites perturbations du régime permanent ont une équation (que j'appelle* caractéristique) *de degré $\leqq n$ en γ*

$$\begin{vmatrix} B_{11} - \gamma\sigma_1 & \ldots & B_{n1} \\ \ldots\ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ B_{1n} & \ldots & B_{nn} - \gamma\sigma_n \end{vmatrix} = 0 \qquad [\sigma_i = S_i(\zeta_i)],$$

qui a ses racines réelles et négatives : 1° *pour deux réservoirs ;* 2° *pour n réservoirs quand* S_i *communique seulement avec* S_{i-1} *et* S_{i+1}, S_n *avec* S_{n-1} *et l'extérieur,* S_1 *avec* S_2, certains réservoirs pouvant en outre avoir des exutoires externes; la démonstration repose sur la considération d'une suite analogue à celles de Sturm; 3° *pour n réservoirs, si, quels que soient i et j,* $B_{ij} \neq 0$, $B_{ji} \neq 0$, *et que* $\frac{B_{ij}}{B_{ji}}$ *diffère assez peu de* 1.

M'appuyant sur des extensions ou précisions de méthodes ou de théorèmes généraux de M. H. Poincaré sur les équations différentielles, que je ferai connaître ultérieurement, je conclus, dans les trois cas ci-dessus et dans ceux où l'on pourra démontrer que les racines de l'équation caractéristique sont toutes < 0 (ou distinctes et à partie imaginaire négative), ce qui suit :

III. 1° *Le régime permanent considéré est stable.*

2° Je prends les a_i non plus constants, mais de la forme $a_i^0 + \mu f_i(t)$, où $f_i(t)$ est une fonction réelle périodique de t, de période ω, limitée supérieurement et inférieurement, et indépendante du paramètre μ; μ ayant une valeur donnée arbitraire réelle de module assez petit, *les mouvements, pour lesquels les valeurs initiales des z_i diffèrent assez peu des valeurs ζ_i des z_i correspondant au régime permanent* $\mu = 0$, *sont asymptotiquement périodiques, de période ω et asymptotiques à l'un d'eux, le seul qui soit périodique.*

Tout ce qui précède fera l'objet d'un Mémoire plus développé.

OPTIQUE. — *Verres de lunettes orthoscopiques*. Note de M. **Tscherning**, présentée par M. Lippmann.

Le problème de la meilleure forme à donner aux verres de lunettes se rapproche beaucoup de celui de l'objectif photographique. Si, par exemple, on se place, muni d'une paire de lunettes, en face d'un mur couvert de dessins, chaque verre en forme une image que parcourt le regard. C'est cette image qu'il s'agit de rendre aussi bonne que possible.

Dans ces conditions, la pupille de l'œil joue le rôle du diaphragme de l'objectif photographique. Comme l'œil se déplace derrière le verre, on pourrait croire que le problème était très compliqué à cause de ce déplacement. Mais il est à remarquer qu'étant donnée la manière dont nous nous servons de nos yeux, c'est la vision directe qui prime tout. Or, le faisceau qui forme son image sur la *fovea* passe toujours très près du centre de rotation de l'œil. On peut donc se figurer la pupille immobile et placée à cet endroit, à environ 10^{mm} en arrière de sa place réelle. Ce principe que j'ai exposé au Congrès international d'Ophtalmologie d'Utrecht, en 1899, rend la solution du problème très facile.

On sait qu'une lentille ordinaire présente au moins cinq défauts :

Aberration de sphéricité, aberration chromatique, astigmatisme, courbure du champ et distorsion. Les deux premiers de ces défauts ne jouent aucun rôle pour la question des verres de lunettes, parce que l'ouverture de la pupille est toujours très petite par rapport à la distance focale des verres employés. Pour cette raison, la partie centrale du champ est toujours bonne, n'importe quelle forme on donne au verre. Il n'en est pas de même pour la périphérie où les trois autres défauts s'accusent d'autant plus qu'on s'éloigne de l'axe.

Astigmatisme et courbure du champ. — On sait qu'une lentille ne donne une image nette d'un point que tant que celui-ci est situé sur l'axe. Dans tout autre cas on obtient, par suite de la réfraction, deux lignes focales au lieu d'un point.

Comme image d'un plan on a ainsi deux surfaces focales qui n'ont qu'un point commun, celui situé sur l'axe. La courbure des surfaces focales est donnée par les formules

$$\frac{1}{\rho_t} = -\frac{\Phi}{n}(1 + A)$$

et

$$\frac{1}{\rho_m} = -\frac{\Phi}{n}(1 + 3A),$$

formules dans lesquelles Φ indique la force réfringente du verre et n l'indice de réfraction. Le terme A dépend de la force du verre, de la distance de l'objet, de la distance du verre jusqu'au diaphragme et de la courbure antérieure du verre. Ce dernier facteur est le seul que nous pouvons faire varier à volonté.

L'idéal serait de faire disparaître à la fois l'astigmatisme et la courbure du champ, mais les formules montrent que cela n'est pas possible. L'astigmatisme disparaît si l'on égalise A à zéro, car alors les deux surfaces focales coïncident. Pour faire disparaître la courbure du champ il faudrait, au contraire, égaliser A soit à -1, soit à $-\frac{1}{3}$. On ne peut donc pas satisfaire aux deux conditions à la fois, mais on conçoit que si l'une d'elles est remplie, l'autre n'est, en général, pas loin de l'être.

Le calcul montre qu'on peut obtenir des formes anastigmates de tous les verres compris entre -20 dioptries et $+7$ dioptries; il y a même pour chaque numéro deux formes anastigmates. Pour les convexes forts, il faut se contenter de réduire l'astigmatisme à un minimum. Il en est de même pour la courbure du champ qu'on ne peut faire disparaître complètement dans aucun cas. On verra plus loin les résultats numériques du calcul.

Distorsion. — Les verres convexes font voir des droites périphériques du champ, convexes vers le milieu; les verres concaves produisent la déformation contraire; le défaut est connu sous le nom de *distorsion*. Pour le faire disparaître il faut rendre le verre aplanétique pour un point situé à l'endroit de la pupille (fictive). Le calcul montre qu'il y a, pour tous les verres situés entre -20D et $+12$D, deux formes qui satisfont à cette condition. Pour les verres convexes plus forts, il faut se contenter de réduire le défaut à un minimum.

La Table ci-après donne les résultats dn calcul. Elle a été calculée en admettant que l'objet soit situé à l'infini, que le verre soit placé à 15^{mm} en avant de la cornée et que l'indice soit égal à 1,52. La première colonne indique les numéros des verres, en dioptries, les autres le rayon de courbure de la surface antérieure du verre. La courbure de la surface postérieure se calcule d'après les formules connues.

La Table montre qu'on ne peut pas faire disparaître complètement à la fois l'astigmatisme et la dispersion, mais on remarque que la série *sans distorsion* A ne diffère pas beaucoup de la série *anastigmate* B. Ce sont les verres de cette dernière série que je désigne sous le nom de *verres orthoscopiques;* ce sont des ménisques d'une courbure plus forte que les verres périscopiques ordinaires du commerce. Ils donnent un champ dépourvu d'astig-

matisme et présentant très peu de distorsion. Les verres convexes de cette forme présentent encore l'avantage d'élargir le champ considérablement.

	Concaves.					Convexes.				
		Anastigmats.		Sans distorsion.			Anastigmats.		Sans distorsion.	
Force.	Courb. min.	A.	B.	A.	B.	Courb. min.	A.	B.	A.	B.
1...	41	71	28	28	15,1	38	59	28	28	15,1
2...	42	80	29	29	15,1	36	54	27	27	15,1
3...	44	87	29	29	15,1	35	49	27	27	15,1
4...	46	97	30	29	15,2	34	45	27	26	15,2
5...	48	110	31	29	15,3	33	41	28	26	15,2
6...	51	125	32	29	15,3	32	37	28	25	15,3
7...	53	144	33	29	15,4		31		25	15,4
8...	56	167	34	30	15,5		30		24	15,6
9...	59	181	35	29	15,7		29		23	15,7
10...	63	236	36	29	15,8		28		22	16,0
11...	67	290	38	29	16,0		28		22	16,3
12...	71	368	40	29	16,2		27		20	16,8
13...	76	485	42	29	16,4		26		18,4	
14...	82	571	44	28	16,6		26		18,3	
15...	89	1060	47	28	16,9		25		18,2	
16...	98	1960	50	27	17,2		24		18,2	
18...	121	∞	61	26	18,1		23		18	
20...	158		80	24	19,9		22		17,9	

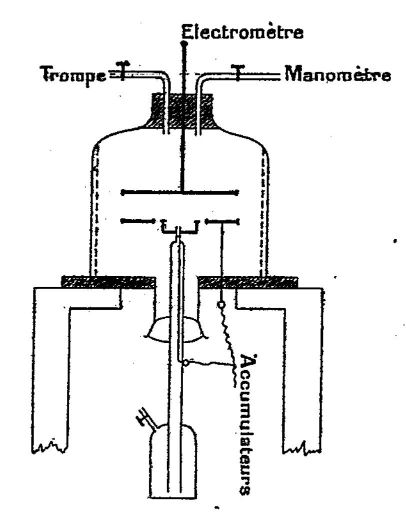
D'une manière générale, on peut dire que les verres biconvexes (biconcaves) qu'on prescrit habituellement ne présentent aucun avantage et devraient disparaître. Les verres à une surface plane sont meilleurs, surtout les verres concaves; on voit en effet sur la Table que les numéros forts de la série anastigmate concave A ne s'écartent pas beaucoup de la forme plan-concave. Les verres orthoscopiques sont les meilleurs; ils se recommandent surtout pour les numéros convexes forts, spécialement pour les verres de cataracte.

ÉLECTRICITÉ. — *Réactions chimiques et ionisation.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. Lippmann.

Dans l'hypothèse de la constitution électronique de l'atome, il paraît vraisemblable que le changement d'équilibre moléculaire, qui accompagne

toute réaction chimique, doit provoquer une libération de centres électriques : c'est ce que j'ai essayé de démontrer expérimentalement.

L'expérience est disposée de manière à étudier la réaction chimique au moment même de sa production. Un condensateur plan est disposé à l'intérieur d'une cloche à vide; il est protégé électrostatiquement par un écran en toile métallique. L'armature supérieure est reliée à un électromètre, l'armature inférieure est formée d'une capsule de platine qu'entoure un disque annulaire. Cette capsule cylindrique porte en son centre un petit tube de platine par lequel elle est soudée à un tube de verre vertical relié à un récipient à robinet.



Un rodage sur le tube permet d'enlever facilement la capsule et de remplacer les corps réagissant après chaque mesure.

L'appareil se prête à l'étude de n'importe quelle réaction entre solides, liquides ou gaz. Par exemple, on place sur la capsule l'un des corps intervenant, et dans le récipient le liquide réagissant; on produit dans l'appareil un vide relatif; un simple jeu de robinet permet de produire la réaction.

La sensibilité de la méthode peut varier pour ainsi dire à l'infini : quand les charges produites sont fortes, on place sur l'électromètre un condensateur de capacité variable de manière à pouvoir mesurer l'intégralité des charges produites par la réaction; quand les charges sont faibles, on se place, en réduisant la pression dans l'appareil, dans des conditions telles que les ions produits puissent, par collisions sur les molécules du gaz, libérer de nouveaux centres.

Les réactions étudiées peuvent se diviser en quatre groupes suivant la manière dont elles font intervenir le milieu gazeux environnant.

1. *Réactions sans dégagement gazeux dans le milieu environnant.* — Exemples : Neutralisation des bases par les acides. Action de l'acide sulfurique sur l'eau. Doubles décompositions avec formation de précipités. — Ces réactions, quoique parfois très vives et produisant un dégagement de chaleur considérable, ne provoquent aucune ionisation du gaz environnant, pourvu qu'elles aient lieu sans effervescence ou dégagement gazeux.

2. *Réactions avec dégagement gazeux ou effervescence.* — Exemples : Doubles décompositions avec dégagement de gaz. Acides sur métaux. Eau sur anhydrides. Eau sur bases anhydres. Décompositions (amalgame d'ammonium). — Il y a toujours émission de charges des deux signes quelquefois symétriques ou avec prépondérance négative; en général il y a prépondérance de charges positives.

Ces résultats concordent avec ceux déjà énoncés par MM. de Broglie et Brizard [1]. Sans être aussi affirmatifs que ces physiciens sur l'inefficacité dans ces cas de l'action chimique, je crois comme eux que l'action prépondérante est due au barbotage : quelques bulles dégagées produisent une ionisation beaucoup plus intense que les réactions les plus vives.

3. *Réactions faisant intervenir le milieu environnant.* — Exemple : A l'air humide, phénomènes d'oxydation (oxydation de l'aluminium amalgamé, du potassium et du sodium fraîchement coupés). Dans l'hydrogène sulfuré, phénomènes de sulfuration (avec l'argent ou métaux alcalins). Dans le gaz carbonique, phénomènes de carbonatation (avec la potasse calcinée). Dans les vapeurs nitreuses (action sur le cuivre).

Il y a production de charges des deux signes avec, en général, prépondérance des charges négatives. Dans toutes ces réactions le phénomène apparaît comme superficiel et présente toujours une fatigue qui s'exagère avec l'attaque de la surface.

4. *Réactions purement gazeuses.* — Exemple : Vapeurs d'acide chlorhydrique et gaz ammoniac donnant des fumées de chlorure d'ammonium avec conductibilité très notable du milieu où se produit la réaction. Avec l'acide azotique fumant la conductibilité est très faible. Hydrogène sulfuré et vapeurs d'acide azotique fumant donnent en réagissant une faible conductibilité qui devient très notable si les proportions sont telles qu'il y ait apparition des vapeurs nitreuses. Hydrogène sulfuré sur bioxyde d'azote. Bioxyde d'azote donnant avec l'oxygène des vapeurs nitreuses.

Il y a production de charges des deux signes quelquefois très notables, quelquefois très faibles suivant, semble-t-il, les proportions des corps réagissants.

Quoique je n'aie étudié qu'un nombre de réactions relativement faible par rapport à celui que je me propose de faire, je crois qu'on peut s'attendre à une généralisation : *dans tout milieu où se produit un bouleversement moléculaire il y aurait conductibilité électrique,* plus ou moins grande suivant des conditions qu'il reste à préciser, probablement suivant la vitesse de la réaction ou l'instabilité de l'équilibre moléculaire.

---

(1) De Broglie et Brizart, *Comptes rendus,* juin 1909.

Il est naturel de rattacher à cette instabilité moléculaire l'ionisation produite par barbotage et d'une façon plus générale les cas d'ionisation faisant intervenir la surface de séparation de deux milieux, car si l'on cherche à se représenter les couches de passage d'un milieu à un autre, on est amené à admettre [1] l'existence, à leur surface de séparation, d'un composé chimique très mal défini et éminemment instable dont l'entraînement ou la décomposition par les gaz qui barbotent, et d'une façon plus générale dont les variations expliqueraient l'ionisation intense que l'expérience indique.

M. **A. Gautier**, à l'occasion de la Note de M. *Reboul*, fait la remarque suivante :

« J'ai été témoin à la solfatare de Naples, d'un phénomène qui se rattache un peu à la Note de M. Reboul et à ma propre Communication d'aujourd'hui. Du cirque de la solfatare, qui est le très vaste cratère d'un volcan préhistorique éteint, s'élèvent, en général, par beau temps, de ci de là, de très minces filets de vapeur. Or si, à un moment, on allume un journal, un peu de paille, en un point de cet immense cirque, aussitôt et de partout les vapeurs s'élèvent abondamment. L'honorable professeur, M. Vincenzo Gauthier, qui m'accompagnait pense que cette apparition de vapeur est due aux ions dégagés par la flamme qui viennent condenser la vapeur d'eau qui s'élevait invisiblement jusque-là, mais qui, trouvant un centre d'attraction dans les ions, devient alors visible.

» Je pense que M. Lippmann n'est pas contraire à cette explication d'un fait resté jusqu'ici inexpliqué. »

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une nouvelle méthode de séparation de l'uranium X et sur l'activité relative de ce corps.* Note de M. **B. Szilard**, présentée par M. G. Lippmann.

Au cours d'une série d'essais [2] effectués au laboratoire de Mme Curie, j'ai trouvé que si l'on précipite du sulfate de baryum dans des solutions de substances radioactives, la présence du fer favorise la séparation de certains

---

[1] G. Reboul, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIV, 1908, p. 433.

[2] *Le Radium*, 1909, p. 80.

produits actifs; plus tard j'ai constaté que le sulfate de baryum précipité par des réactifs soigneusement débarrassés de traces de fer dans une solution ne contenant ni uranium ni fer, entraîne très peu d'uranium X, et qu'il en entraîne davantage en présence de l'uranium, et encore plus lorsque le fer est également présent.

De plus j'ai remarqué que la précipitation en fer, surtout à l'état d'hydrate, dans la solution de substances radioactives, entraîne certaines d'elles (polonium, radium, etc.). MM. Moore et Schlundt (¹) avaient déjà constaté que si l'on sépare l'uranium X de l'uranium par l'emploi de l'acétone, l'addition d'hydrate de fer augmente le rendement. Partant de ces faits j'ai cherché à établir une nouvelle méthode de séparation de l'uranium X.

J'ai cherché à réaliser la précipitation de l'hydrate de fer au sein de la solution d'urane et j'ai constaté que le rendement est le plus avantageux si l'on décompose par la chaleur une solution d'acétate de fer et d'acétate d'uranyle.

Le précipité ainsi obtenu renferme la majeure partie de l'uranium X de la solution uranique; cependant le rendement dépend de l'acidité de la liqueur. Lorsque la solution est très peu acide (acide acétique), le rendement en uranium X est meilleur, mais le précipité renferme également de l'uranium; au contraire si la solution est trop acide, le précipité ne contiendra qu'excessivement peu d'urane, mais en même temps il sera moins riche en uranium X.

On peut opérer de la manière suivante :

On dissout 50^{g} d'acétate d'uranyle dans 1 litre d'eau distillée tiède, on ajoute ensuite une solution composée d'acétate ferrique, d'acétate d'ammoniaque et d'acide acétique. (Au lieu de l'acétate on peut employer aussi l'azotate, mais en ce cas il faut une plus grande quantité du fer pour arriver au même rendement et il est utile de mélanger à la solution un peu de carbonate d'ammoniaque.) On chauffe la liqueur et on la maintient pendant quelques minutes à l'ébullition; on commence aussitôt la filtration, qui doit être entièrement effectuée avec le liquide chaud. Le précipité est soigneusement lavé à l'eau chaude puis avec une solution de carbonate d'ammonium.

On peut concentrer l'uranium X, redissolvant le précipité dans l'acide acétique et en le reprécipitant partiellement par le même procédé.

Une meilleure méthode de concentration consiste à dissoudre le précipité dans l'acide chlorhydrique et ensuite à agiter cette solution avec une grande quantité d'éther exempt d'alcool; l'éther dissout la majeure partie du fer

(¹) *Le Radium*, 1906, p. 332.

dont la quantité dissoute dans quelques gouttelettes d'eau peut être réduite au minimum, en répétant l'extraction par de l'éther. La majeure partie de l'uranium X restera toujours dans l'eau.

Le rendement est supérieur à celui obtenu avec les autres méthodes actuellement connues; cependant il n'est point total. En tous cas, avec une seule opération il est facile d'obtenir par gramme d'uranium un produit donnant dans un condensateur cylindrique un courant d'ionisation égal à celui donné par $0^g,03$ d'urane en équilibre. Les dimensions du condensateur sont : hauteur, 25^{cm}; rayon, 7^{cm}; rayon du plateau portant la substance, 3^{cm}.

J'ai essayé de me servir de cette méthode pour déterminer le rapport entre le pouvoir ionisant de l'uranium X et celui de l'uranium lorsque ces deux substances sont en équilibre radioactif.

Théoriquement, en répétant les précipitations à des intervalles quotidiens, la précipitation de l'uranium X peut être considérée comme complète, si l'activité du dernier précipité est environ 2,5 pour 100 de l'activité totale de produits précédemment obtenus.

Pratiquement, ne répétant 12 fois les précipitations, l'activité de chacune des quatre dernières fractions est environ la même et égale à 4 pour 100 de l'activité totale des produits. Les dernières traces d'uranium X sont évidemment très difficiles à séparer de l'uranium, phénomène qui avait déjà été reconnu par M. H. Becquerel. Le nombre qu'on peut obtenir alors n'est donc qu'approximatif.

En tenant compte des traces d'uranium entraîné [1] dans les précipités, on trouve, comme valeur moyenne de deux séries de mesures, que le courant d'ionisation produit par l'uranium X en équilibre radioactif avec 1^g d'uranium est égal à celui produit par $0^g,237$ d'uranium en équilibre radioactif. Pour tenir compte du rayonnement qui n'était pas utilisé dans le condensateur employé, je me suis basé sur la connaissance approximative de la loi d'absorption des rayons dans l'air.

Si l'on suppose que le nombre des atomes décomposés par gramme d'uranium et par seconde est environ la deux-millionième partie du même nombre pour le radium, on trouve que 1^g d'uranium en équilibre radioactif contient environ 2.10^{-11} gramme d'uranium X dont l'activité totale est égale à celle de $0^g,237$ d'uranium en équilibre.

L'uranium X, à l'état de pureté, serait alors 10 milliards de fois plus actif que l'uranium en équilibre radioactif.

---

(1) La teneur en uranium est déterminée par un dosage.

RADIOACTIVITÉ. — *Action chimique sur l'eau des rayons pénétrants du radium.* Note de M. **Miroslaw Kernbaum**, présentée par M. J. Lippmann.

Dans la première Note sur la même question que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 15 mars 1909 (¹), j'ai conclu que les rayons pénétrants du radium, en agissant à travers le verre sur l'eau distillée, forment de l'eau oxygénée et dégagent simultanément de l'hydrogène. Dans cet essai préliminaire je n'avais constaté la présence de l'eau oxygénée que qualitativement, par la réaction de l'iodure de potassium amidonné.

Dans les expériences que je viens de finir je suis arrivé à doser (par une solution de permanganate de potasse très diluée) la quantité de l'eau oxygénée avec une faute possible de 10 pour 100. Elle était dissoute dans les 30^{cm^3} de l'eau distillée qui a subi l'action des rayons pendant 41 jours. J'ai acquis en même temps la conviction que les traces d'oxygène, mélangées aux 200^{mm^3} d'hydrogène recueillis dans la première expérience, provenaient de l'air atmosphérique. Cette fois l'évacuation de l'appareil était plus parfaite et aucune trace d'oxygène n'a pu être observée dans les limites données par la sensibilité de la méthode.

Je crois donc pouvoir admettre que la réaction a lieu d'après la formule

$$2H^2O = H^2O^2 + H^2$$

avec un apport extérieur d'énergie par les rayons du radium. En se basant sur les équations thermochimiques connues, j'ai calculé que cette quantité d'énergie mesurée comme énergie calorifique serait environ $0^{Cal},66$ pour les 165^{mm^3} de l'hydrogène développés pendant 41 jours ou $0^{Cal},016$ par 4^{mm^3} développés en moyenne dans une journée.

La préparation de chlorure de radium presque pur, qui m'a été obligeamment prêtée par Mme Curie pour ces recherches, pèse environ $0^g,1$. En considérant que la quantité de chaleur dégagée par 1^g de radium en équilibre serait de 2830^{cal} par jour, le rapport de l'énergie chimique utilisée dans la réaction à l'énergie totale de radium employé serait donc : $0,0162 : 283 = 1 : 17500$.

Dans une autre expérience où le verre, à travers lequel les rayons pénétraient dans l'eau, était plus mince et par conséquent la fraction de rayonnement absorbée dans le

(¹) *Comptes rendus*, t. CLVIII, p. 705.

verre plus faible, ce même calcul donne une utilisation plus grande d'énergie; le rapport serait dans ce cas de 1 : 11600.

M. Debierne, qui a été le premier à constater une action sur l'eau des rayons du radium sans qu'il y ait contact entre ce dernier ou son émanation et l'eau [1], a calculé qu'on utilise dans ce phénomène environ 1 : 10 000 de l'énergie totale.

Il est probable que l'effet décrit est dû entièrement à l'action des rayons β et que les rayons γ n'y interviennent pas (ou peut-être d'une façon inappréciable, en produisant des rayons β secondaires).

J'ai en effet exécuté une expérience parallèle pour étudier l'influence des rayons Röntgen sur l'eau. Le dispositif de cette expérience était analogue à celui qui a servi pour les essais sur les rayons β. Les rayons X agissaient sur l'eau contenue dans un ballon sphérique du verre très mince de $0^l,3$ de volume. Ils étaient produits par une ampoule Röntgen, placée contre le ballon et munie d'un osmo-régulateur et d'une soupape de Villard. La tension du primaire était de 16 à 32 volts; une forte bobine d'induction servait de transformateur.

L'eau était exposée à l'action des rayons X pendant 100 heures, mais aucun dégagement gazeux n'a pu être observé, quoique la sensibilité de la méthode manométrique eût permis d'évaluer un développement de 5^{mm^3} d'hydrogène ou de mélange tonnant (sous la pression atmosphérique). De plus, aucune trace d'eau oxygénée n'a été décelée dans l'eau retirée de l'appareil.

Je suis loin de soutenir qu'une action des rayons Röntgen sur l'eau, surtout par production des rayons secondaires, serait absolument impossible; cependant le résultat obtenu est favorable à la supposition que dans les expériences avec le radium les rayons β sont les rayons agissants.

On a remarqué la production des petites quantités de peroxyde d'hydrogène par simple contact de l'eau avec plusieurs métaux lourds, en particulier avec ceux qui sont sensibles à l'effet Hertz-Hallwachs sous l'action des rayons ultra-violets. On sait aussi que l'électrolyse de l'eau est souvent accompagnée d'une faible formation de peroxyde d'hydrogène. Mais il me semble que c'est pour la première fois qu'on observe à partir de l'eau la production simultanée d'eau oxygénée et d'hydrogène comme seuls produits de la réaction. C'est donc un mode *anormal* de décomposition de l'eau.

On pourrait cependant imaginer que ce mode de décomposition ne constitue pas la réaction primaire.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CLVIII, p. 704.

ÉLECTRICITÉ. — *De la diffusion des ions à travers les métaux*. Note de M. **Georges Moreau**, présentée par M. E. Bouty.

A la température ordinaire les lames métalliques arrêtent les ions des gaz : la mesure des courants d'ionisation repose sur cette propriété. Il n'en est plus de même lorsque la masse de l'ion devient assez petite et sa vitesse suffisamment grande (corpuscules cathodiques), ou lorsque la température de la lame est élevée.

L'expérience suivante prouve qu'une lame de métal chauffée peut être facilement traversée par les ions négatifs produits dans une flamme.

Deux flammes F et *f* brûlent verticalement au contact d'une lame métallique M. Dans la flamme F, un champ électrique horizontal X transporte les ions négatifs de la lame M vers une électrode de platine P. Le courant correspondant est mesuré par un galvanomètre. Quand on introduit une perle de sel de sodium dans *l'autre flamme f*, le courant augmente notablement de I_1. Si le champ X est renversé, l'augmentation I_2 du courant est très faible.

Exemples.

X = 125 volts : cm.

Lame M........	Platine.	Nickel.	Laiton.	Fer.	
Épaisseur en mm.	0,1	0,2	1	1,6	3,2
I_1..............	297	313	225	188	148
I_2..............	7	23	4	6	2

Les courants sont évalués en millimètres de l'échelle du galvanomètre.

Le courant I_1 est dû aux ions négatifs de la vapeur saline qui, plus petits que les ions positifs, traversent plus facilement que ces derniers les pores de la lame M. Celle-ci joue le rôle d'une paroi semi-perméable vis-à-vis des ions.

Cette filtration des ions négatifs peut être comparée à la diffusion d'un gaz à travers une paroi poreuse. Sur chaque face de la lame, il arrive par seconde et par centimètre carré, en vertu de l'agitation moléculaire, un nombre d'ions proportionnel à la concentration des ions dans le milieu adjacent et à la vitesse moyenne d'agitation d'un ion ; une fraction de ces ions traverse les pores de la lame, tandis qu'une autre partie est arrêtée. Si N et n sont les densités en volume des ions dans les flammes f et F, $\alpha(N - n)$ ions négatifs pénètrent par seconde dans la flamme F où ils sont entraînés par le champ X. Si le champ est suffisamment élevé pour qu'il n'y

ait pas lieu de tenir compte de l'entraînement des ions par la flamme, on a

$$I = \alpha(N - n) = nKX,$$

où K égale la mobilité d'un ion négatif dans F, grandeur connue égale à 1170^{cm} [1].

De ces deux équations, on tire

$$y = B + AV, \tag{1}$$

où

$$y = \frac{V}{I}, \quad X = \frac{V}{d}, \quad B = \frac{d}{NK}, \quad A = \frac{1}{N\alpha},$$

avec

V = différence de potentiel entre les lames P et M distantes de d.

L'équation (1) est complètement vérifiée par les observations.

Exemples :

1° Lame de nickel, épaisseur $= 0^{mm},45$; $d = 3^{mm}$.

V en volts	196	140	110	78	59	40
I	237	198	180	139	114	87
y	0,82	0,70	0,61	0,56	0,51	0,46

2° Lame de laiton, épaisseur $= 4^{mm}$; $d = 5^{mm}$.

V en volts	150	100	78	58	32
I	24	23	21	17	13
y	6,25	4,34	3,71	3,41	2,46

Les valeurs de y varient linéairement avec V et, de la construction de la droite que représente l'équation (1), on tire $\frac{B}{A}$, c'est-à-dire α.

On trouve ainsi que, pour une lame donnée, α est une grandeur indépendante du champ X, c'est-à-dire que la vitesse de diffusion est proportionnelle à la différence des pressions des ions de part et d'autre de la lame. Celle-ci se comporte donc comme une cloison poreuse séparant deux atmosphères du même gaz à des pressions différentes.

La vitesse α varie avec la nature de la lame, son épaisseur et sa température. Voici

(1) Moreau, *Comptes rendus*, 8 février 1909.

les nombres observés avec différentes lames :

	Épaisseur en mm.	Température centigrade.	α cm : sec.
Platine	0,1	860°	$4,9.10^5$
Nickel recuit	0,45	740	$6,2.10^5$
Cobalt	0,5	710	$1,4.10^5$
Fer	1,6	640	$2,6.10^5$
	3,2	620	$1,6.10^5$
Laiton	4	510	$0,93.10^5$

Si la lame métallique n'arrêtait aucun des ions qui la traversent, un calcul simple montre que α serait égale au quart de la vitesse d'agitation des ions dans les flammes, soit $6,3.10^5$ environ (¹), d'où il suit que les lames de platine et de nickel sont particulièrement poreuses pour les ions négatifs.

La vitesse α diminue rapidement avec la température : j'ai pu, cependant, constater une diffusion encore sensible à 270° à travers une plaque de laiton de 4^{mm} d'épaisseur.

PHYSIQUE. — *Action des rayons α sur les diélectriques solides.* Note de M. **Tcheslas Bialobjeski**, présentée par M. Villard.

On sait que les rayons pénétrants des corps radioactifs augmentent la conductibilité des diélectriques solides et liquides aussi bien que celle des gaz. J'ai pu constater que les rayons α, émis par le polonium, produisaient un effet spécial sur ces diélectriques. Dans cette Note je décris les expériences effectuées sur le soufre à l'état solide. La paraffine présente des phénomènes analogues.

L'appareil, dont je me suis servi, est un condensateur plan, entre les armatures duquel est placée la substance étudiée. Le dépôt actif de polonium se trouve sur une plaque d'argent de 3^{cm} de diamètre, recouvrant exactement un trou pratiqué dans un disque d'aluminium. Ce disque, relié à une batterie de petits accumulateurs, constitue l'armature supérieure du condensateur. L'armature inférieure, en communication avec un électromètre, est entourée d'un anneau de garde. J'ai fait des expériences avec deux plaques de soufre bien dressées, dont l'une est de $1^{mm},7$ d'épaisseur et l'autre de $15^{mm},4$.

Si l'on fait agir le champ électrique en présence du polonium, on observe le fait principal suivant : le courant dû au rayonnement α, très fort au début

(¹) Moreau, *loc. cit.*

en comparaison du courant spontané, se réduit rapidement à zéro. Le rayonnement pénétrant produit au contraire dans le soufre un courant qui s'affaiblit avec une extrême lenteur. Pour trouver les lois qui régissent ce phénomène, j'ai mesuré la quantité totale d'électricité, recueillie pendant toute la durée du courant, en associant une capacité convenable à l'électromètre. Les mesures, effectuées avec la plaque mince de soufre, ont donné les résultats suivants : la durée du courant d'ionisation est rigoureusement proportionnelle à la différence de potentiel à partir de 360 volts environ. J'ajoute que la disparition du courant se produit brusquement d'une façon très nette.

Une proportionnalité existe aussi entre la quantité d'électricité recueillie et la force électromotrice. Jusqu'à 90 volts la durée du courant reste au contraire constante et la quantité d'électricité croît plus rapidement que la force électromotrice. Entre 90 volts et 360 volts s'établit une transition entre ces deux régimes.

Le Tableau suivant présente quelques-unes des données expérimentales :

Potentiel en volts.	Durée du courant en secondes.	Quantité d'électricité recueillie en unités électrostatiques.
22	11,4	30
45	11,4	185
90	11,4	540
180	16	1150
360	22	2200
720	43	4600
1080	64	7100
1440	80	9300

Avec le soufre épais on observe jusqu'à 900 volts la période initiale, et le courant dure pendant 11 secondes environ. Des résultats intéressants ont été obtenus en interposant des feuilles d'aluminium entre la surface du soufre et le polonium. Dans ces conditions, la durée du courant s'allonge considérablement. Pour la différence de potentiel de 630 volts, la durée du courant sous l'action directe du polonium était de 38 secondes; si l'on interpose des feuilles d'aluminium auxquelles on donne successivement pour épaisseur $0^{mm},001$, $0^{mm},01$ et $0^{mm},02$, on trouve pour les durées correspondantes du courant 3 minutes 40 secondes, 11 minutes et 72 minutes.

La quantité d'électricité recueillie diminue, mais relativement peu. Ces résultats peuvent conduire, je crois, à une nouvelle méthode pour la mesure de l'absorption des rayons α par la matière.

Si l'on réunit au sol les armatures du condensateur, après que le courant produit par le polonium s'est réduit à zéro, on observe un courant en sens inverse, qui restitue la quantité d'électricité recueillie auparavant par le système.

Les phénomènes décrits peuvent être interprétés au moyen de l'hypothèse suivante suggérée par M. Langevin. Les rayons α du polonium pénètrent dans une couche très mince du diélectrique ; ils y produisent une ionisation intense. Sous l'action du champ, les ions de deux signes se meuvent en sens contraire. Tout se passera à la fin comme si la charge du plateau supérieur était transportée de la surface couverte par le polonium sur la surface inférieure de la couche, et le courant cesse à ce moment. Pour expliquer le fait qu'aux potentiels élevés la durée du courant est proportionnelle à la force électromotrice, on peut compléter cette hypothèse, en supposant qu'on a alors le courant de saturation.

Soit d l'épaisseur du diélectrique, ε l'épaisseur de la couche ionisée par les rayons α, q la quantité d'électricité recueillie, Q la charge communiquée par la batterie et rapportée à la surface du trou ; un calcul simple donne

$$\varepsilon = \frac{q}{Q} d.$$

J'ai trouvé ainsi pour ε la valeur $1^{mm},4$.

De ce résultat peut se déduire, au moins approximativement, la mobilité des ions dans le soufre. Le calcul conduit à une valeur de $5.10^{-6} \frac{\text{cm : sec}}{\text{volt : cm}}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la décomposition hydrolytique du bromure de bismuth.* Note de M. **René Dubrisay**, présentée par M. H. Le Chatelier.

J'ai, dans une précédente Note, exposé les résultats de la décomposition hydrolytique par l'eau du chlorure de bismuth; je me propose aujourd'hui de résumer le résultat de mes recherches sur la décomposition du bromure de bismuth.

Pour avoir une solution de bromure de bismuth bien exempte de brome libre, je préparais de l'oxyde de bismuth à partir du nitrate cristallisé et je dissolvais cet oxyde dans une solution d'acide bromhydrique bien exempte de brome. Cette liqueur primitive était traitée par des quantités variables d'eau, et je déterminais la composition de la phase liquide par la méthode employée déjà pour les chlorures (dosage de bismuth à l'état de sulfure, titrage alcalimétrique de l'acide bromhydrique en présence de méthyle orange).

Cette méthode m'a conduit à des résultats analogues à ceux que j'avais obtenus pour les chlorures. Toutefois, dans le cas actuel, il était facile de constater que la température n'avait pas la même influence que dans le cas des chlorures.

Le Tableau suivant donne les compositions trouvées pour la phase liquide :

Température.	Bismuth. Atomes-grammes par litre.	Brome. Atomes-grammes par litre.
15°	0,003	0,174
80	0,012	0,260
15	0,032	0,338
15	0,041	0,360
60	0,078	0,570
95	0,228	1,080
15	0,853	3,440

Si l'on porte en abscisse et en ordonnée les teneurs en bismuth et acide bromhydrique, on constate que les points correspondant à ces sept expériences se groupent sur une même courbe continue. Il semble donc que la température soit sans action sur les états d'équilibre.

Pour vérifier ce fait, je portai à des températures variables les mélanges de bromure de bismuth et eau correspondant aux expériences 5 et 6.

Les quantités de soude normale nécessaires à la neutralisation des phases liquides (après précipitation du bismuth) ont été les suivantes :

Liqueur n° 5.	Équilibre à 15°	5,70 cm³
	Équilibre à 60	5,65
	Équilibre à 80	5,70
Liqueur n° 6.	Équilibre à 15	10,8
	Équilibre à 95	10,8

De ces faits on peut tirer les conclusions suivantes :

1° L'élévation de température est sans action sensible sur la dissociation hydrolytique du bromure de bismuth.

2° Les points représentatifs des divers états d'équilibre se trouvant distribués sur une courbe continue, l'application de la loi des phases indique qu'il ne se précipite qu'un seul oxybromure dans l'intervalle des expériences indiquées.

J'ai voulu rechercher s'il en était de même pour de plus faibles concentrations, car d'autres expériences, effectuées sur les iodures de bismuth, m'ont permis de reconnaître qu'à de très grandes dilutions il se précipitait un oxyiodure différent de celui que l'on obtient à des concentrations fortes ou moyennes.

L'analyse complète de la phase liquide n'est pas possible avec exactitude lorsque la

concentration en bismuth devient trop faible; j'ai dès lors appliqué le procédé suivant : 5^{cm^3} d'une solution claire de bromure de bismuth sont étendus de proportions variables d'eau; un précipité se forme et, dans la liqueur claire surnageante, on titre par alcalimétrie l'acide bromhydrique. Soient, pour une expérience quelconque, n le nombre de centimètres cubes d'eau ajoutés et y le nombre de centimètres cubes de soude décinormale nécessaires à la neutralisation de 10^{cm^3} de la liqueur claire surnageante : on construit la courbe obtenue en portant en abscisse $x = \frac{5}{5+n}$, en ordonnée y.

S'il existait deux oxybromures différents, la courbe serait formée de deux branches différentes, raccordées par une partie horizontale; sinon la courbe doit être continue.

L'expérience m'a conduit aux chiffres suivants :

n.	y.
5	170
10	120
20	73
30	51
50	33
100	18
200	9

La courbe correspondante est parfaitement continue; on doit donc admettre qu'il ne se précipite qu'un seul oxybromure.

CHIMIE. — *Sur une solution proposée pour l'équation de condition relative au calcul des poids atomiques.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par M. D. Gernez.

Pour sortir du labyrinthe des valeurs contradictoires des poids atomiques, j'ai établi des points de repère fixes χ (poids atomiques absolus) et tâché de déterminer l'écart x pour chaque expérience individuelle (*Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 695). Tous les calculs s'effectuent alors simplement par parties proportionnelles.

D'après cette méthode chaque réaction chimique donne les constantes caractéristiques suivantes : le rapport atomique R et les variations Δ (différences partielles pour l'accroissement du poids atomique de 0,1). Les Δ expriment directement le degré de précision de la réaction pour l'élément considéré.

Les produits $x\Delta$ pour les éléments entrant dans la réaction donnent une somme $\Sigma x\Delta = \mathrm{K}e$ proportionnelle à l'excès analytique e; et nous avons trouvé $\mathrm{K} = \frac{1}{10}$. C'est notre équation de condition, relation fondamentale pour la réduction de toutes les déterminations expérimentales. Pour cette équation diophantique nous avons donné

deux *méthodes de solution* par approximation: la *méthode ex æquo* très simple pour le calcul et une *méthode graphique* plus parfaite, mais aussi plus difficile (voir *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 60 et 715-718; aussi le *Moniteur scientifique*, 1907 à 1909).

M. L. Dubreuil a proposé d'employer le principe des moindres carrés (Σx^2 minimum) comme seconde équation et croit avoir réussi à donner la solution directe de notre équation diophantique. Il obtient (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 631)

$$\frac{x}{\Delta X} = \frac{y}{\Delta Y} = \frac{z}{\Delta Z} = \ldots = \frac{e}{10 \Sigma \Delta^2},$$

c'est-à-dire : *les écarts x devront être* (d'après M. Dubreuil) *directement proportionnels à la variation Δ du même élément* ([1]).

C'est bien une conclusion diamétralement opposée à notre équation de condition elle-même; car elle est composée des termes $x\Delta$ demandant une *proportionnalité inverse* entre les x et les Δ.

J'ai complété une étude soignée de 120 des réactions chimiques les plus notables employées pour la détermination des poids atomiques, et je n'ai trouvé aucune exception en faveur des conclusions de M. Dubreuil. J'ai aussi étudié tous les résultats numériques publiés par M. Dubreuil. Il a partout donné les plus grands écarts pour les valeurs les plus précises des poids atomiques, comme je l'ai déjà noté après la première étude de ses résultats (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1303).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la cémentation du fer par le carbone dans le vide*. Note de MM. **Léon Guillet** et **Ch. Griffiths**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La cémentation du fer par le carbone pur est une question fort controversée.

Margueritte ([2]) affirma que le phénomène peut se produire, tandis que Caron ([3])

([1]) M. Dubreuil a changé la notation établie; mais, les ΔX étant des valeurs constantes données directement par les formules chimiques des composés employés, notre signe e désignant l'excès analytique n'est point applicable, surtout dans la forme eX de M. Dubreuil.

([2]) Margueritte, *Comptes rendus*, t. LIX, 1864, p. 139.

([3]) Caron, *Comptes rendus*, t. LIX, 1864, p. 819.

réfuta ces essais. Robert Austen reprit ultérieurement la question et arriva aux mêmes conclusions que Margueritte.

L'un de nous ([1]) fit, en 1904, quelques essais de cémentation par le carbone pur dans le vide; il n'obtint aucune pénétration.

Dans une étude récente M. Charpy ([2]) a fait remarquer que, dans les expériences positives, on n'a pas établi assez complètement que le charbon ou le métal employé ne pouvaient plus dégager de gaz, tandis que dans les expériences négatives on n'avait pas attaché assez d'importance à assurer le contact intime entre le fer et le carbone.

Dans ces conditions, nous avons jugé nécessaire de faire une étude complète de la question.

Nous avons fait plusieurs séries d'expériences toutes dans le vide, mais en faisant intervenir, parfois, la pression.

Dispositif expérimental. — Dans un four fermé on chauffait un long tube en porcelaine vernissé intérieurement; dans ce tube étaient placés le charbon et le métal pur, ainsi qu'il sera expliqué plus loin.

Le vide était obtenu dans le tube, fermé par des bouchons de caoutchouc avec interposition d'amiante, par une trompe à mercure.

D'autre part, le tube était rejoint à un manomètre.

On élevait lentement la température jusqu'à 450° à 500° et l'on faisait le vide.

On augmentait ensuite la température et l'on observait généralement une baisse plus ou moins légère du manomètre vers 800°.

Le vide étant obtenu à nouveau, on portait le tube à la température de 1000° que l'on maintenait pendant toute l'opération.

On laissait refroidir dans le vide.

On utilisait comme cément du charbon de sucre, préalablement porté à 1000° dans un courant de chlore.

Première série d'expériences. — Nous avons chauffé des fils de fer ou des copeaux d'acier doux soigneusement privés de tout corps gras, soit en les entourant de carbone dans une nacelle, soit en les pilonnant avec le carbone dans un cylindre plein à une extrémité.

Nous avons alors obtenu une cémentation notable.

L'acier initial avait 0,05 pour 100 de carbone.

Après 5 heures de chauffage à 1000°, on avait 0,18 pour 100 de carbone.

L'examen micrographique confirma une augmentation de perlite régulière dans toute la masse.

De plus, on avait noté une baisse notable du manomètre à 800°.

Deuxième série d'expériences. — Les fils de fer furent chauffés et refroidis seuls dans le vide; il fut fait de même pour le carbone.

([1]) Guillet, *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, t. I, 1904, p. 5185.

([2]) Charpy, *Revue de Métallurgie*, 1909, p. 507.

Après chauffage à 1000° pendant 5 heures, il n'y eut aucune trace de cémentation : à 800°, le manomètre n'avait subi qu'une baisse très faible.

Dans un de ces essais le carbone fut abandonné pendant quelques heures dans l'atmosphère du laboratoire; on obtint alors une cémentation très nette (carbone initial : 0,05 pour 100; carbone final : 0,12 pour 100). On vérifia que le carbone employé avait réabsorbé des gaz.

Troisième série d'expériences. — Dans cette série on fit intervenir la pression.

Des morceaux de tôles d'acier extra-doux ($C = 0,05$ pour 100) d'une épaisseur de $\frac{4}{10}$ de millimètre furent placés dans un cylindre à fond plein et noyés dans le carbone.

Une vis permettait de fermer le cylindre en faisant agir une forte pression (cette pression fut suffisante pour souder à 1000° des rondelles qui se touchaient). Le pas du cylindre portait de nombreux trous permettant de faire le vide dans l'intérieur de l'appareil avant chaque essai.

On chauffa séparément l'appareil, les tôles et le charbon dans le vide.

Une première série d'expériences fut faite en fermant l'appareil sans serrage, de façon à assurer seulement le contact. Il y eut une légère cémentation après 5 heures de chauffage à 1000°; le carbone était passé de 0,08 à 0,015 pour 100.

Dans les expériences faites en serrant les vis autant qu'il a été possible, on obtint, dans les mêmes conditions, une cémentation importante : le carbone passa de 0,05 pour 100 à 0,32 pour 100.

D'ailleurs la micrographie a contrôlé de façon absolue les résultats précédents.

En *résumé*, ces essais montrent que le carbone pur ne cémente pas dans le vide si l'on prend bien la précaution de se mettre à l'abri des gaz, mais que si l'on assure le contact la cémentation a lieu. De plus, elle augmente avec la pression. Elle se fait cependant avec une extrême lenteur; aussi peut-on affirmer que le carbone n'intervient que d'une façon insignifiante dans les cémentations industrielles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Extraction du lutécium des terres de la gadolinite.* Note de MM. **G. Urbain**, **Bourion** et **Maillard**, présentée par M. A. Haller.

Le lutécium a été isolé pour la première fois des terres de xénotime [1]. Nous décrirons dans cette Note les méthodes qui nous ont permis d'extraire cet élément des terres de la gadolinite et de le séparer du scandium et du thorium qui l'accompagnent dans ce minéral.

Nous sommes partis de terres yttriques de poids atomique 118 qui avaient été séparées approximativement, dans l'industrie, des terres du groupe cérique et qui avaient été grossièrement fractionnées à l'état de chro-

(1) G. Urbain, *Comptes rendus*, séance du 4 novembre 1907.

mates (¹) pour éliminer la majeure partie de l'yttrium qui abonde dans la matière primitive. Ces terres renfermaient principalement de l'yttrium, mais elles renfermaient la majeure partie de l'erbium et des ytterbiums contenus dans le minéral. Elles contenaient en outre une sensible proportion de terres du groupe cérique. Ces dernières étaient en proportion si faible, qu'il nous a semblé inutile de faire un traitement préalable pour les éliminer, et l'ensemble de la matière a été fractionné par la cristallisation des nitrates simples à 5^{mol} d'eau dans l'acide nitrique.

Dans ces conditions, nous avons obtenu assez rapidement des eaux mères à peu près incristallisables, fort impures, qui renfermaient la majeure partie du néoytterbium et la totalité du lutécium contenus dans la matière première. Comme le lanthane et le cérium s'étaient également concentrés dans ces fractions, nous avons d'abord tenté de les éliminer par le sulfate de potasse; mais nous avons dû renoncer à cette méthode trop approximative. Les nitrates ont alors été additionnés de nitrate de magnésium et d'une proportion suffisante de nitrate magnésien de bismuth pour obtenir par le refroidissement une cristallisation très abondante de nitrates doubles.

Les nitrates doubles de cérium-lanthane et de magnésium sont insolubles dans la dissolution saturée de nitrate double de bismuth et de magnésium, et, après deux ou trois purifications de ce genre, il ne reste pas trace *spectroscopiquement* décelable de terres cériques dans les liqueurs.

Cette méthode est tout à fait recommandable et pour la rigueur des résultats qu'elle fournit et pour la facilité avec laquelle elle s'exécute.

Une précipitation par l'eau, après élimination de l'excès d'acide, suivie d'un traitement par l'hydrogène sulfuré, permet d'éliminer ensuite le bismuth; des précipitations par l'ammoniaque en présence de sels ammoniacaux éliminent le magnésium. Les terres à lutécium sont ensuite précipitées par l'acide oxalique.

Ces terres renfermaient, outre le lutécium et le néoytterbium, encore une proportion notable d'erbium et d'yttrium. De nouvelles cristallisations à l'état de nitrates simples ont permis de s'en débarrasser dans les têtes du fractionnement. Le lutécium s'est concentré dans les fractions les plus solubles et, après une centaine de séries de cristallisations, la dernière fraction était devenue assez abondante et se refusait à cristalliser. La terre qui en fut extraite présentait un paramagnétisme extrêmement faible.

Elle fut transformée en chlorure par le procédé décrit par l'un de nous (²), procédé qui consiste à chauffer l'oxyde dans une atmosphère de

(¹) Moissan et Etard, *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 573.
(²) Bourion, *Comptes rendus*, séance du 18 janvier 1909.

chlorure de soufre. Il se forma dans cette transformation un sublimé assez abondant de cristaux blancs. Ce sublimé fut recueilli et soumis à l'examen spectrographique. Il était constitué par un mélange de chlorure de thorium et de chlorure de scandium. Le chlorure fixe fut ensuite chauffé à haute température dans un tube de porcelaine traversé par un courant de chlore. Dans ces conditions nouvelles, le chlorure de lutécium commença lui-même à se sublimer. Ce chlorure est beaucoup moins volatil que les chlorures de scandium et de thorium et peut en être aisément séparé, grâce à cette différence; il est lui-même sensiblement plus volatil que le chlorure de néoytterbium. Cette différence permet d'éliminer de petites quantités de lutécium, de grandes quantités de néoytterbium, mais il est plus difficile de séparer ainsi de grandes quantités de lutécium de petites quantités de néoytterbium. Toutefois, il y a là un moyen nouveau de séparer, par sublimation fractionnée, les deux éléments à l'état de chlorures.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'alcool isopropylique avec son dérivé sodé; formation du méthylisobutylcarbinol et du diméthyl-2.4-heptanol-6*. Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. A. Haller.

Dans une série de Communications antérieures (¹), j'ai montré que les alcools primaires, chauffés au-dessus de 200° avec leurs dérivés sodés, ou avec les dérivés sodés d'autres alcools, donnent naissance à des alcools plus condensés suivant la relation

$$C^mH^{2m+1}OH + C^nH^{2n+1}ONa = C^{m+n}H^{2(m+n)+1}OH + NaOH.$$

J'ai montré que, dans les mêmes conditions, l'alcool caprylique

$$CH^3—(CH^2)^5—CHOH—CH^3$$

et son dérivé sodé donnent naissance avec de bons rendements aux alcools dicaprylique $C^{16}H^{34}O$ et tricaprylique $C^{24}H^{50}O$ (²).

La réaction semble donc applicable aux alcools secondaires; je viens montrer aujourd'hui que l'alcool isopropylique C^3H^8O donne de même le méthylisobutylcarbinol $C^6H^{14}O$ déjà connu et le diméthyl-2.4-heptanol-6 $C^9H^{20}O$, qui n'avait pas encore été préparé.

(¹) Guerbet, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, CXXXII, CXXXIII, CXXXIV, CXLVI CXLVII.

(²) Guerbet, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 685.

Les réactions génératrices de ces deux alcools peuvent s'écrire

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CHONa + CH^3 - CHOH - CH^3 = \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CH^2 - CHOH - CH^3 + NaOH,$$

puis

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CH^2 - CHONa - CH^3 + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CHOH$$
$$= \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CHOH - CH^3 + NaOH.$$

En même temps, la soude formée réagit sur l'alcool isopropylique et sur le méthylisobutylcarbinol en donnant les acides isovalérique, acétique et formique.

L'alcool isopropylique employé dans mes expériences avait été déshydraté avec le plus grand soin et bouillait à 81°,5-82°,5. Pour le faire réagir sur son dérivé sodé, on a préparé une série de tubes scellés renfermant chacun le produit de la réaction de 1g,50 de sodium sur 20g d'alcool isopropylique et l'on a chauffé ces tubes entre 195° et 200° durant 24 heures.

A l'ouverture des tubes, on constate une assez forte pression due à de l'hydrogène. Leur contenu est dissous dans le moins d'eau possible et l'on voit le liquide se séparer en deux couches. On décante la couche huileuse surnageante, on sature la solution aqueuse avec de l'acide carbonique, puis avec du carbonate de potasse. Une nouvelle couche huileuse vient se former à la surface : on la décante et on la joint à la précédente. Ce liquide huileux renferme les alcools avec un peu de leurs éthers acétique et formique. La solution aqueuse sous-jacente renferme les sels des acides formés.

Après avoir saponifié par la potasse les éthers que renferme le liquide huileux et après avoir isolé les alcools, on dessèche ces derniers sur le carbonate de potasse et on les sépare en les soumettant à une série de distillations fractionnées. La plus grande partie est formée d'alcool isopropylique, le reste étant constitué par deux alcools bouillant l'un à 130°-131° (corr.), l'autre à 194°-195° (corr.).

La solution aqueuse, renfermant les sels des acides formés, est acidulée par l'acide sulfurique, puis soumise à la distillation. Le distillat possède l'odeur de l'acide isovalérique; après saturation, il réduit le nitrate d'argent : il contient donc aussi de l'acide formique. Enfin, oxydé par l'acide chromique, puis débarrassé du chrome, il donne les réactions de l'acide acétique.

L'alcool bouillant à 130°-131° (corr.) répond à la formule $C^6H^{14}O$ et possède les propriétés du méthylisobutylcarbinol déjà connu [1].

Il a le même point d'ébullition; sa densité à 0° a été trouvée $D_0 = 0,8300$ au lieu de $D_0 = 0,8271$. Il possède une odeur analogue à celle de l'alcool isopropylique.

---

(1) Kuwschinow, *Journal de la Société physico-chimique russe*, t. XIX, p. 205.

Son éther acétique $C^2H^3O^2.C^6H^{13}$ est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 147°-148°.

Oxydé par le mélange chromique, il donne la méthylisobutylcétone déjà connue ([1]), bouillant à 115°-116° et donnant une combinaison cristalline avec le bisulfite de sodium.

Sa semicarbazone $C^6H^{12} = Az - AzH - CO - AzH^2$ se présente en petits cristaux incolores fusibles à 135°-136°, presque insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, surtout à chaud.

L'alcool bouillant à 194°-195° (corr.) s'est formé dans la réaction de l'alcool isopropylique sodé sur le méthylisobutylcarbinol; il répond à la formule $C^9H^{20}O$ et doit être regardé comme le diméthyl-2.4-heptanol-6

$$(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CHOH - CH^3,$$

ainsi qu'il sera démontré plus loin.

C'est un liquide incolore, mobile, dont l'odeur rappelle un peu celle de la rose; sa densité à 0° est $D_0 = 0,8787$.

Son éther acétique $C^2H^3O^2.C^9H^{19}$ est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 201°-202° (corr.).

Son oxydation par le mélange chromique conduit à la diméthyl-2.4-heptanone-6

$$(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH(CH^3) - CH^2 - CO - CH^3,$$

liquide incolore, d'odeur agréable, rappelant la menthe. Cette acétone bout à 190°-191° (corr.). Sa densité à 0° est $D_0 = 0,9024$. Elle donne avec le bisulfite de sodium une combinaison cristalline.

Sa semicarbazone $C^9H^{18} = Az - AzH - CO - AzH^2$ se présente en petits cristaux incolores, à peu près insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool surtout à chaud. Elle fond à 210°.

La constitution de la diméthyl-2.4-heptanone-6 et, par conséquent, celle de l'alcool correspondant ont été établies par l'identification des produits de son oxydation par le mélange chromique.

Cette oxydation fournit en effet surtout les acides acétique $CH^3 - CO^2H$ et méthylisobutylacétique $(CH^3)^2 = CH - CH^2 - CH(CH^3) - CO^2H$ avec un peu d'anhydride carbonique et d'un acide ayant pour formule $C^9H^{18}O^2$.

Ces acides ont été caractérisés par la teneur en baryum de leurs sels de baryte; de plus, l'acide méthylisobutylacétique a été identifié avec l'acide

---

([1]) Frankland et Duppa, *Liebig's Ann. der Chem.*, t. CXLIV, p. 82.

préparé par MM. Burrow et Bentley [1] par son point d'ébullition et le point de fusion de son amide; enfin l'acide acétique a été caractérisé par ses réactions.

La formation du diméthyl-2.4-heptanol-6, aux dépens de l'alcool isopropylique et du méthylisobutylcarbinol, montre que l'enchaînement s'est fait, comme cela a lieu pour les alcools primaires [2], par le départ de l'oxhydryle de l'alcool le plus riche en carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les iso-indogénides*. Note de MM. A. **Wahl** et P. **Bagard**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 716) [3], nous avons fait connaître que la lactame de l'acide *o*-amidophénylacétique (oxindol) fournit avec l'isatine un nouvel isomère de l'indigotine et qu'elle est également susceptible de se condenser, quoique dans des conditions un peu différentes, avec les aldéhydes aromatiques. Nous avons proposé, pour ces combinaisons, le nom d'*iso-indogénides*, afin de les différencier de leurs isomères, les indogénides obtenus par A. v. Baeyer (*D. chem. G.*, t. XVI, 1883, p. 2196) et par Nœlting (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, 1902, p. 835), à partir de l'indoxyle ou mieux de l'acide indoxylique. Les formules suivantes montrent les relations qui existent entre les iso-indogénides (I) et les indogénides (II) des aldéhydes aromatiques :

$$C^6H^4\langle\begin{matrix}C=CH-R\\ \diamond\\ NH\end{matrix}\rangle CO \quad \text{(I)} \qquad C^6H^4\langle\begin{matrix}CO\\ \diamond\\ NH\end{matrix}\rangle C=CH.R \quad \text{(II)}$$

Par une curieuse coïncidence, quelques jours avant notre première Communication [4], MM. Czaplicki, V. Kostanecki et Lampe (*D. chem. G.*, t. XLII, p. 827), au cours d'un travail entièrement différent et par des considérations purement théoriques, arrivaient à prévoir l'existence de combinaisons de la forme (I) pour lesquelles ils proposaient par anticipation le nom *d'iso-indogénides*.

Nous décrivons dans la présente Note la préparation et les propriétés des iso-indogénides de quelques aldéhydes aromatiques.

---

(1) Burrow et Bentley, *Journal of the chem. Soc.*, t. LXVII, p. 512.

(2) Guerbet, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVII, p. 67.

(3) A cet endroit, lire *Bagard* au lieu de *Bayard*.

(4) Elle date du 15 mars 1909; celle des auteurs allemands a paru à Berlin le 6 mars.

L'oxindol qui nous a servi de matière première a été obtenu par la réduction de l'acide orthonitrophénylacétique que nous avons préparé par la méthode de Reissert (*D. chem. G.*, t. XXX, p. 1036, et t. XLI, p. 3925), en condensant l'*o*-nitrotoluène avec l'oxalate d'éthyle en présence de C^2H^5ONa et oxydant par H^2O^2 l'acide *o*-nitrophénylpyruvique qui prend naissance. Cette longue suite de réactions fournit un produit dont le meilleur moyen de purification consiste dans la distillation dans le vide : l'oxindol passe sans décomposition vers 195° sous 17^{mm}, en un liquide incolore qui cristallise aussitôt et fond à 120°-125°.

La condensation avec les aldéhydes s'effectue molécule à molécule au sein d'alcool bouillant sous l'influence de traces de pipéridine; le produit de la réaction se dépose la plupart du temps sous forme cristallisée avec un rendement allant de 60 à 90 pour 100 de la théorie. Ainsi, par exemple, on dissout $0^g,7$ d'oxindol ($\frac{1}{100}$ de mol.) dans 10^{cm^3} d'alcool méthylique, on y ajoute $0^g,5$ de benzaldéhyde ($\frac{1}{100}$ de mol.) et 2 gouttes de pipéridine. On chauffe au bain-marie, le liquide prend immédiatement une teinte jaune verdâtre qui augmente d'intensité; en refroidissant le tout se prend, au bout de quelques heures, en un magma de fines aiguilles jaunes dont le rendement est de 80 pour 100 de la théorie. Par recristallisation dans la benzine on obtient de belles aiguilles jaune soufre fondant à 175°-176° dont la composition répond à l'*iso-indogénide de la benzaldéhyde* ou *benzylidène-oxindol :*

C = CH—
CO
NH
(III)

On prépare de la même manière *l'iso-indogénide de l'aldéhyde anisique ou paraméthoxybenzylidène-oxindol,* cristallisant dans l'alcool en aiguilles jaunes fondant à 157°; l'iso-indogénide de l'aldéhyde métanitrobenzoïque ou *métanitrobenzylidène-oxindol,* cristallisant dans l'acide acétique en feuillets orangés fondant à 255°-257°.

Ces composés sont fortement colorés, ce qui semble indiquer que la molécule du benzilidène-oxindol (III) est une molécule chromogène au même titre que son isomère, le benzylidène-pseudo-indoxyle (IV) :

CO
C = CH—
NH

L'introduction de groupements auxochromes doit conduire à de véritables matières colorantes. C'est dans ce but que nous avons préparé les composés suivants :

Paradiméthylamidobenzylidène-oxindol ou iso-indogénide de l'aldéhyde paradiméthylamidobenzoïque. Cristallise en aiguilles jaune orangé rougissant à l'air et fondant à 194°-195°. Il se dissout dans les acides minéraux et ses solutions jaunes ne sont

pas hydrolysées par l'eau ; c'est un colorant basique teignant la laine en jaune orangé.

Orthooxybenzylidène-oxindol (iso-indogénide de l'aldéhyde salicylique). Aiguilles jaunes fondant à 195°, solubles dans les alcalis avec une coloration jaune.

Métaoxybenzylidène-oxindol (iso-indogénide de l'aldéhyde métaoxybenzoïque). Aiguilles jaunes fondant vers 280°, solubles dans les alcalis avec une coloration jaune faible.

Paraoxybenzylidène-oxindol (iso-indogénide de l'aldéhyde paraoxybenzoïque). Cristallise dans l'acide acétique en petits cristaux jaunes fondant au-dessus de 300°, solubles dans les alcalis avec une coloration jaune très intense.

Orthoparadioxybenzylidène-oxindol (iso-indogénide de l'aldéhyde résorcylique). Petites aiguilles jaunes ne fondant qu'au-dessus de 300° et se dissolvant dans les alcalis avec une coloration jaune orangé.

Métaparadioxybenzylidène-oxindol (iso-indogénide de l'aldéhyde protocatéchique). Se précipite de sa solution éthérée par l'éther de pétrole en petits cristaux compacts jaunes fondant à 246°, se dissolvant dans les alcalis avec une coloration orangé rougeâtre.

Les iso-indogénides hydroxylés sont des composés colorés en jaune ainsi que leurs solutions; la nature et la position des auxochromes n'exercent pas une grande influence sur la nuance de ces produits. Ils se différencient en cela des indogénides et des thio-indogénides dont les nuances, en général, tirent davantage vers la partie violette du spectre.

L'iso-indogénide de l'aldéhyde protocatéchique

$$C^6H^4\langle\begin{matrix} C = CH\langle\bigcirc\rangle OH \\ OH \\ \rangle CO \\ NH \end{matrix}$$

par suite de ses deux fonctions OH, est un colorant qui teint sur mordants métalliques. Il donne les nuances suivantes : sur alumine, un jaune; sur fer, un brun verdâtre; sur chrome, thallium, zirconium, yttrium, des bruns jaunâtres, et sur titane un orangé.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Les tourbières de rochers de l'Afrique tropicale.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Entre les cinquième et neuvième degrés de latitude Nord, dans une large bande qui s'étend depuis les sources du Niger d'une part jusqu'au Baoulé et au golfe de Guinée d'autre part, et qui couvre ainsi une partie de la Guinée française, le nord de la République de Libéria et le nord-ouest de la Côte

d'Ivoire, le sol est accidenté par une infinité de mamelons et de pics granitiques dont les plus hauts se dressent de 1200m à 1400m au-dessus de la mer, la pénéplaine qui les environne n'ayant que 200m à 400m d'altitude.

Dans la partie sud de ce territoire, la grande forêt vierge couvre toutes les parties basses d'une façon ininterrompue, sauf sur les bords des torrents descendant des montagnes; il est rare cependant qu'elle monte à plus de 600m au-dessus du niveau de la mer. Au Nord la forêt est remplacée par la *brousse soudanaise,* sorte de savane avec arbres et arbustes épars rappelant la *végétation de parc*. La brousse s'élève souvent assez haut sur le flanc des montagnes granitiques; cependant, à part de rares exceptions, la partie culminante des pics est dépourvue de végétation arborescente.

Tous les hauts sommets de cette partie de l'Afrique seraient totalement dénudés, aussi bien en forêt vierge qu'en savane, si une cypéracée ne jouait un très grand rôle dans le peuplement des rochers qu'elle recouvre parfois complètement à l'exclusion de toute autre plante, depuis les parois les plus abruptes jusqu'aux sommets les plus escarpés. Elle appartient à la soustribu des *Caricæ* et a reçu le nom d'*Eriospora pilosa* Benth., le genre *Eriospora* ayant été créé par A. Richard pour une espèce congénère des montagnes d'Abyssinie.

L'espèce de l'Afrique occidentale s'implante sur les rochers les plus arides de granit et de gneiss, là où aucune plante phanérogame, même charnue, ne pourrait vivre. Les graines germent dans les plus petites fissures de la roche où elles développent un épais chevelu de racines étalées entre les minces plaquettes de granit qui ont été altérées et découpées parallèlement à la surface par les agents atmosphériques.

La plante se fixe d'abord très solidement sur son support : le feutrage de ses racines et de ses jeunes rhizomes remplit toutes les anfractuosités de la roche et s'étale à l'extérieur sur la pierre, tout autour de la touffe de feuille encore acaule. Aussi, lorsque la plaquette de granit sous laquelle s'abritait la jeune plante est en partie effritée par l'action de l'eau et de la chaleur, et aussi peut-être par l'action des substances excrétées par le végétal, celui-ci est déjà en état de résister aux pluies et aux vents qui menacent de l'entraîner vers la base des rochers. L'adhérence du végétal au granit est si complète que nous avons gravi sans risque d'accident des rochers de plusieurs centaines de mètres de hauteur qui faisaient avec la verticale un angle de 20° à peine et en nous accrochant seulement aux touffes de cette cypéracée.

Après avoir rampé quelque temps, l'*Eriospora* redresse ses rhizomes dans l'air et dès lors il acquiert des tiges ramifiées, terminées chacune par un bouquet de feuilles graminiformes. La plante développe chaque année avant les pluies, à l'extrémité des rhizomes aériens, une abondante rosette de feuilles ainsi que quelques tiges florifères.

Au début de la saison sèche, ces feuilles se flétrissent et elles ne tardent pas à être consumées par les incendies allumés par l'homme et peut-être aussi par la foudre. La base seule des feuilles persiste; noircie et à demi-carbonisée, elle constitue une gaine de plus en plus épaisse autour du rhizome aérien. L'accroissement des touffes d'*Eriospora* semble très lent; mais comme elles peuvent vivre sans doute plusieurs siècles, elles arrivent à acquérir parfois des dimensions considérables. Nous en avons vu au contact de la forêt vierge qui s'élèvent à $1^m,20$ de hauteur avec une base de $0^m,50$. Plus souvent elles s'élèvent seulement à $0^m,20$ ou $0^m,30$.

Vers le milieu de sa hauteur, le tronc se ramifie en une quantité de branches dressées, dichotomisées à leur tour, les dernières ramifications ayant seulement 2^{cm} à 3^{cm} de diamètre. Chacune de ces colonies prend ainsi l'aspect d'un gigantesque corail noir dont les branches seraient terminées par des bouquets de feuilles filiformes retombantes à la façon de grandes chevelures.

Les touffes d'*Eriospora* ne sont pas continues; elles sont écartées de $0^m,20$ à $0^m,50$ les unes des autres, mais entre chaque touffe s'étend sur le rocher dans les parties peu en pente un feutrage fibreux très humique constituant une véritable couche de tourbe épaisse de $0^m,05$ à $0^m,30$.

Cette tourbe est formée non seulement par les racines et rhizomes des touffes; on y observe aussi un grand nombre de jeunes colonies d'*Eriospora* tuées peu de temps après leur formation, soit par l'incendie d'herbes, soit par l'absence de lumière, les chevelures de feuilles des grandes colonies se rejoignant souvent d'une touffe à l'autre. Il vient même s'y ajouter aux altitudes élevées des mousses qui jouent probablement un rôle analogue à celui qu'elles remplissent dans les tourbières d'Europe. Enfin, sur les flancs humides du mont Momy, par 7°45′ de latitude Sud, entre 850^m et 900^m d'altitude, nous avons trouvé un véritable *Sphagnum* qui retient l'eau des pluies et occupe tous les vides entre les touffes de la Cypéracée.

Dans l'Afrique occidentale française, il existe dans les régions montagneuses plusieurs dizaines de milliers d'hectares occupés par ces tourbières d'*Eriospora*. Elles ont vraisemblement une plus grande extension, puisque ce genre comprend, outre l'espèce de l'Afrique occidentale, quatre espèces spéciales à l'Afrique orientale vivant sur les montagnes depuis l'Abyssinie jusqu'au Nyassaland, une espèce spéciale au Transvaal et une autre à Madagascar.

A moins qu'on ne trouve plus tard à la tourbe d'*Eriospora* des propriétés spéciales, elle n'a aucune valeur économique dans des régions où le bois est abondant, mais nous montrerons dans une prochaine Note le rôle important que cette formation a joué en permettant le boisement des plateaux rocheux primitivement dénudés.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La présure de la Belladone*. Note de M. C. GERBER, présentée par M. Guignard.

Dans une Note antérieure (¹) nous avons établi que, chez les végétaux à structure normale, la présure était localisée, pour la racine et la tige, dans l'écorce au sens vulgaire du mot et plus particulièrement dans le liber qui en forme la partie interne. Nous en avons conclu à l'existence de relations étroites entre le tissu libérien et la diastase caséifiante.

Si ces relations étroites existent réellement, nous devons observer, chaque fois que le tissu libérien se rencontre dans d'autres régions que l'écorce, l'apparition d'une activité présurante dans celles-ci.

C'est dans un but de vérification que nous avons étudié diverses Solanées (²), Thyméléacées (³), Cucurbitacées, familles de plantes dont la tige possède du liber périmédullaire, et nous avons constaté que la zone périmédullaire du cylindre central, inactive chez la grande majorité des végétaux, est active dans ces plantes.

Nous nous proposons de résumer ces recherches en prenant pour exemple la Belladone, parce que cette Solanée présente du liber anormal non seulement dans la tige, mais encore dans la racine, parce que c'est une plante à alcaloïdes, ce qui nous permettra de voir s'il n'existe pas quelques relations entre la localisation, la proportion d'alcaloïdes et de présure, parce qu'enfin sa diastase caséifiante offre un certain nombre de caractères très spéciaux.

A. *Localisation*. — Si nous exprimons par 1 l'activité présurante de l'écorce (en y comprenant le liber externe) (⁴) d'une tige de Belladone âgée de 4 mois, nous obtenons, pour les diverses parties de l'appareil végé-

(¹) C. GERBER, *Répartition de la présure dans les membres et tissus végétaux* (*Comptes rendus*, 13 avril 1909).

(²) C. GERBER, *La présure des Solanées*. (Réunion biologique de Marseille, 12 juillet 1909.)

(³) C. GERBER, *La présure des Thyméléacées* (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXVI, p. 892).

(⁴) Cette activité présurante est déterminée d'après la méthode exposée aux *Comptes rendus*, 13 avril 1909.

tatif, les valeurs suivantes :

Atropa Belladona L. *en fleurs* (15 *juin* 1909).

Tiges âgées de				Feuilles âgées de 1 mois.
4 mois.			1 mois.	
Écorce.	Bois.	Liber interne.	Entières.	Entières.
1	0,32	1,77	2,46	24

Racines âgées de			
1 mois.	3 ans.		
Entières.	Écorce.	Bois externe.	Bois interne.
4,57	3,55	1,39	0,94

Ces nombres nous montrent un certain nombre de faits intéressants :

1° La feuille est environ dix fois plus active que la branche qui la porte et seulement cinq fois plus active que les radicelles du même âge. On ne peut qu'être frappé du parallélisme existant entre ces variations de la teneur en présure des différents membres de la Belladone et les variations correspondantes de leur teneur en atropine. On sait, en effet, que la feuille est plus riche en alcaloïde que la racine, et celle-ci que la tige.

2° Toutes les régions du cylindre central de la tige sont présurantes, même le bois, qui est inactif dans les végétaux à structure normale. C'est le liber interne qui contient le plus de présure (activité, 1,77); puis viennent l'écorce avec son liber externe (activité, 1) et seulement ensuite le bois dont l'activité est six fois plus faible que celle du liber interne. Cette propriété présurante du bois provient des faisceaux libériens qui, partant du liber périmédullaire, traversent très obliquement la bague ligneuse pour venir aboutir à la feuille tardivement, celle-ci se détachant de la tige à un nœud supérieur à celui qui lui est propre, comme on sait.

3° Comme pour la tige, toutes les régions du cylindre central de la racine sont actives; mais, ici, c'est l'écorce avec son liber externe qui contient le plus de présure (3,55); puis vient la région externe du bois constituée uniquement de formations secondaires (1,39), et, en dernier lieu, la région interne du cylindre central contenant non seulement du bois secondaire, mais encore le bois primaire (0,94). Or on sait, d'une part, depuis les recherches de Lefort (1872), que l'atropine est localisée dans l'écorce de la racine; d'autre part, depuis les travaux de Beauvisage (1890), que, dans le bois secondaire de la racine, se trouvent enclavés de nombreux îlots libériens. Rien donc d'étonnant à ce que la présure abonde dans l'écorce, et à ce que la plus grande proportion de liber dans la partie externe du bois que dans sa partie interne n'entraîne une plus grande activité présurante dans celle-là que dans celle-ci.

B. *Propriétés*. — Afin d'opérer avec un suc très actif, nous avons lixivié, à basse température, avec une solution de NaCl à 5 pour 100 moutardée, de la poudre de feuilles de Belladone desséchées à 40° à l'étuve obscure en

courant d'air, et nous n'avons recueilli que les premières portions du lixiviatum.

1° La présure de la Belladone est la plus résistante à la chaleur des présures végétales. Son optimum de température est au voisinage de 90° et on obtient encore d'assez belles coagulations avec le lait bouillant, à la condition d'employer une dose de suc suffisante pour que la caséification se produise en moins de 2 minutes. Chauffée, non plus avec le lait, mais seule, elle est bien moins résistante; un séjour de 30 minutes, à 78°, diminue de moitié sa force; à 100°, la rend complètement inactive.

2° Elle coagule, à toute température, plus rapidement le lait bouilli que le lait cru, et la différence est d'autant plus forte que la température est plus élevée. Elle se comporte donc comme les présures des Crucifères (1) et du Figuier (2).

De même que pour celles-ci, la sensibilisation du lait cru à la présure de la Belladone ne se fait pas brusquement, à une température critique, mais graduellement, entre 67° et 80°. Par contre, à l'opposé de ce qu'on observe avec elles, la sensibilisation du lait est très faible entre 67° et 75° (coagulation de la lactoglobuline) et relativement forte au-dessus de 75° (coagulation de la lactalbumine).

3° Contrairement à la grande majorité des présures, celle de la Belladone n'est que faiblement calciphile et oxyphile; quant aux sels des métaux alcalins, ils sont, sauf à très faible dose, nettement retardateurs.

4° Les alcalis sont retardateurs, à faible dose, de la coagulation du lait emprésuré avec le lixiviatum salé de feuilles de Belladone; ils sont accélérateurs à dose moyenne et empêchants à forte dose. Si l'on opère avec le lixiviatum dialysé et par suite privé de Na Cl, la phase accélératrice disparaît. La soude, en effet, retardatrice à très faible dose, devient rapidement empêchante (3 molécules-milligrammes par litre de lait).

Il existe une analogie frappante entre cette action de la soude sur la présure de la Belladone et celle du fluorure de sodium sur quelques présures végétales. Nous avons montré, en effet, que ce dernier sel était accélérateur, mais que ce caractère n'apparaissait bien qu'en présence de Na Cl (3). Dans les deux cas, l'action accélératrice propre à l'électrolyte est annihilée par l'action empêchante due à la décalcification du lait (précipitation de la chaux). Le taux de minéralisation du liquide protéique devient inférieur au minimum indispensable pour la coagulation du colloïdal caséine; l'addition d'une quantité convenable de Na Cl, en relevant ce taux de minéralisation, permet à la soude et au fluorure de sodium de manifester leur effet accélérateur; mais cet effet ne pourra être constaté qu'avec des présures très résistantes.

---

(1) C. Gerber, *La présure des Crucifères* (*C. r. Soc. Biol.*, t. LXII, p. 1223).

(2) C. Gerber, *La Sycochymase.* (Réunion biologique de Marseille, 18 juin 1907.)

(3) C. Gerber, *Action accélératrice propre du fluorure de sodium sur la coagulation du lait par les présures végétales* (*Comptes rendus*, 21 octobre 1907).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence exercée par certaines vapeurs sur la cyanogenèse végétale. Procédé rapide pour la recherche des plantes à acide cyanhydrique.* Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

Les substances qui suspendent la fonction chlorophyllienne chez les végétaux, comme les vapeurs de mercure, de sulfure de carbone, ou celles des anesthésiques tels que le chloroforme, l'éther, le chlorure d'éthyle, exercent une influence remarquable sur les plantes qui contiennent des composés cyaniques : *dès que de telles plantes sont soumises à leur action, elles exhalent de l'acide cyanhydrique.*

Plaçons sous une cloche un petit rameau de Laurier-cerise (*Prunus Laurocerasus*) l'espèce classique parmi les plantes à acide cyanhydrique, rameau bien vivant, reposant ou non dans un verre d'eau. Plaçons également sous la cloche un petit godet contenant du chloroforme; suspendons au sommet de la cloche un petit morceau de papier picro-sodé inventé par Guignard [1] et préparé selon sa méthode, papier janne clair qui, sous l'influence des vapeurs d'acide cyanhydrique, prend une coloration rouge. Au bout d'un temps assez court, le papier réactif placé sous la cloche prend une teinte jaune orange, puis, peu à peu, une teinte rouge brique foncée. Si l'on soulève la cloche, on perçoit d'une manière intense l'odeur caractéristique de l'essence d'amandes amères dominant celle des vapeurs de chloroforme. Si l'expérience s'est prolongée suffisamment, les feuilles de Laurier-cerise sont mortes complètement et ont pris la couleur brune caractéristique des feuilles trop longtemps soumises aux vapeurs de l'anesthésique. Placées dans cet état dans un récipient, elles continuent, pendant plusieurs jours, à exhaler de l'acide cyanhydrique.

L'expérience peut être faite sur des feuilles attenant à l'arbre : Si l'on introduit une telle feuille de Laurier-cerise dans un tube ou un ballon de verre contenant un peu de chloroforme et un morceau de papier picro-sodé, en ayant soin de boucher l'orifice sans blesser le pétiole, au bout de quelques minutes le papier picro-sodé est impressionné d'une manière sensible. On peut ménager l'action du chloroforme de manière à conserver la feuille vivante après l'expérience.

On obtient des résultats analogues avec l'éther, le chlorure d'éthyle, le sulfure de carbone. Soumises aux vapeurs mercurielles au moyen d'un petit godet contenant du mercure et placé sous la cloche, les feuilles exhalent aussi de l'acide cyanhydrique. Mais l'action est beaucoup plus lente; au bout de 3 ou 4 jours un petit rameau de quatre ou cinq feuilles colore en rouge brique le papier réactif. En même temps, les feuilles se sont couvertes de taches noires irrégulières caractéristiques de cette action mercurielle connue depuis l'année 1797.

---

(1) L. Guignard, *Le Haricot à acide cyanhydrique. Étude historique, botanique et chimique. Nouveau procédé pour déceler l'acide cyanhydrique* (*Bull. des Sc. pharm.*, t. XIII, 1906).

Toutes les plantes à acide cyanhydrique que j'ai essayées m'ont donné des résultats identiques. Ces résultats me paraissent ne pouvoir être obtenus qu'avec des substances jouissant, d'autre part, de la propriété de suspendre la fonction chlorophyllienne. Ceci dit sans vouloir établir aucune relation entre la suspension du phénomène chlorophyllien et l'émission hors de la plante de l'acide cyanhydrique qu'elle contient. D'ailleurs, les effets de ces substances sont les mêmes à l'obscurité comme à la lumière. Le phénomène ne s'observe pas avec des feuilles sèches, que la dessiccation soit naturelle ou obtenue rapidement à l'étuve à 100°; cependant, avec des feuilles séchées, puis ramollies dans l'eau et placées ainsi humides dans un tube à chloroforme, on obtient un dégagement d'acide cyanhydrique peu intense et lent, mais finissant au bout d'un certain temps par colorer le papier réactif assez fortement.

Donc, sans interpréter, pour le moment, le phénomène, on peut énoncer que *sous l'influence des vapeurs dégagées par les substances qui d'ordinaire suspendent la fonction chlorophyllienne, les plantes qui contiennent des composés cyaniques exhalent de l'acide cyanhydrique. La plante, une fois morte sous l'action de ces substances et soustraite à cette action, continue pendant quelque temps à exhaler des vapeurs cyanhydriques.*

Cette propriété remarquable nous met en main un procédé simple et rapide pour la recherche des plantes à acide cyanhydrique. Pour mettre en œuvre ce procédé, on se sert d'un simple tube à essais au fond duquel on met un peu de chloroforme ou d'éther; on introduit dans le tube le fragment vivant de la plante à essayer en évitant son contact avec le liquide; vers le sommet, contre la paroi interne, on place un morceau de papier picro-sodé et l'on bouche. Les tubes à culture de Roux, moyen et grand modèles, présentent pour cet usage une grande commodité grâce à leur partie étranglée et à leur réservoir inférieur.

Au bout d'un temps qui varie avec certaines conditions et surtout avec la teneur en acide cyanhydrique, mais qui est toujours court, on peut s'assurer si une plante contient ou non un composé cyanique.

Ainsi, avec une seule feuille de Laurier-cerise dans un tube à chloroforme, en moins de 3 minutes, le papier picro-sodé est coloré assez fortement; en 10 minutes il est complètement rouge. Il arrive souvent que le papier est rouge avant que la feuille présente des traces bien sensibles de dépérissement.

Avec une feuille de *Photinia serrulata*, le papier réactif est impressionné en 3 minutes d'une façon très appréciable. Avec le *Thalictrum aquilegifolium*,

le papier picro-sodé est déjà fortement coloré en moins de 1 minute; au bout de 5 minutes environ, il est devenu couleur rouge brique.

On obtient de même des colorations extrêmement rapides avec les *Melica altissima*, *M. nutans*, *M. Magnolii;* les deux premières espèces de ces Graminées sont déjà connues comme plantes à acide cyanhydrique. Un court rameau de *Cotoneaster microphylla*, muni d'une dizaine de toutes petites feuilles, colore le papier réactif au maximum en moins de 6 minutes.

J'ai pu contrôler ainsi, en quelques instants, la présence de l'acide cyanhydrique dans de nombreuses espèces où l'existence de composés cyaniques est connue : *Ranunculus arvensis*, *Aquilegia vulgaris*, *Amelanchier vulgaris*, *Spiræa aruncus*, etc. Avec certaines plantes comme le *Persica vulgaris*, le *Sambucus nigra*, on obtient des effets moins intenses et beaucoup plus lents, mais suffisants pour s'assurer de la présence de l'acide cyanhydrique.

Avec cette méthode, on peut constater très rapidement la présence de l'acide cyanhydrique dans l'*Arum maculatum*, plante où l'existence de ce principe maintenant définitivement prouvée par les analyses de Jorissen et de Greshoff, a été longtemps controversée (¹).

Cette méthode, qui m'a fait connaître déjà quelques plantes nouvelles à acide cyanhydrique dont je publierai la liste ultérieurement, qui supprime la macération préalable, la distillation, opérations comportant toujours une certaine durée et une manipulation relativement compliquée, rendra, par sa grande simplicité et sa rapidité, de grands services pour déceler la présence de l'acide cyanhydrique dans les végétaux.

PHYSIOLOGIE. — *Action de l'urohypotensine sur la pression artérielle.* Note de MM. J.-E. Abelous et É. Bordier, transmise par M. Bouchard.

En 1884, M. Bouchard a signalé la dilatation des vaisseaux cutanés sous l'influence des injections intraveineuses d'urine. C'est cette vasodilatation que nous avons spécialement étudiée.

Nous rappelons d'abord que nous donnons le nom d'*urohypotensine* (²) à une substance de l'urine humaine normale, précipitable par l'alcool ainsi que par le sulfate

(¹) Greshoff, *Sur la distribution de l'acide cyanhydrique dans le règne végétal* (*Bull. des Sc. pharm.*, t. XII, 1906, p. 589).

(²) *Comptes rendus*, 1er juin 1909.

d'ammoniaque à saturation; très soluble dans l'eau non dialysable, etdont les solutions ne précipitent pas par la chaleur. Cette substance présente la plupart des caractères des matières protéiques et plus spécialement des protéoses.

Purifiée par des précipitations successives et desséchée dans le vide à basse température, l'urohypotensine se présente sous l'aspect d'une poudre blanche très soluble dans l'eau. Injectée dans les veines des chiens et des lapins, à la dose de 1^{cg} à 2^{cg} par kilogramme, elle détermine un abaissement considérable et *prolongé* de la pression sanguine. Ces effets disparaissent en chauffant la solution à 110°-120° pendant quelques minutes, mais une courte ébullition est insuffisante à ce point de vue.

L'hypotension est due à une vasodilatation générale. On s'en rend compte en inscrivant, parallèlement à la courbe de la pression carotidienne, la courbe plethysmographique du cerveau. On voit, en même temps que la pression carotidienne s'abaisse, s'élever la courbe plethysmographique du cerveau. Cette dernière s'abaisse au contraire aussitôt que se relève la pression artérielle. Les deux phénomènes sont parallèles et inverses.

Ce premier ordre de faits exclut l'hypothèse d'une hypotension par diminution de l'énergie systolique du cœur, affaiblissement dont ne témoignent d'ailleurs pas les traces. On constate seulement, et encore d'une façon inconstante, une accélération passagère du cœur.

Cette vasodilatation est-elle due à une paralysie des appareils vasoconstricteurs ou à une excitation des vasodilatateurs?

Si la vasodilatation ressortissait au premier de ces facteurs, on ne devrait pas pouvoir, durant l'hypotension, mettre en jeu l'activité des vasoconstricteurs. Or il est toujours possible, pendant la baisse de pression, de produire des réflexes vasoconstricteurs, en excitant, par exemple, le bout central d'un vague, l'autre étant sectionné.

C'est donc sur le système vasodilatateur qu'agit l'urohypotensine.

Cette vasodilatation se manifeste encore très nettement après la section du bulbe et la destruction de la moelle épinière. Elle est donc d'origine périphérique.

En résumé, la baisse de pression consécutive à une injection intraveineuse d'urohypotensine n'est due ni à un affaiblissement de la systole cardiaque, ni à une paralysie des vasoconstricteurs.

Elle est la conséquence d'une vasodilatation générale qui se manifeste malgré la destruction de l'axe bulbomédullaire. Elle est donc d'origine périphérique, ce qui n'exclut pas d'ailleurs, sur l'animal normal, l'intervention des centres vasodilatateurs bulbomédullaires.

L'expérience prouve seulement que ces centres ne sont pas indispensables dans la production de l'hypotension.

PHYSIOLOGIE. — *Action comparée sur les cellules séminales du faisceau total des rayons de Röntgen et des rayons durs seuls.* Note de MM. **Nogier** et **Cl. Regaud**, transmise par M. Bouchard.

But du travail. — On sait que dans le faisceau total des rayons X il y a des rayons peu pénétrants (mous), qui sont absorbés par la peau et produisent dans l'épiderme des lésions graves, et des rayons plus pénétrants (durs), qui sont susceptibles d'agir sur les tissus profonds. On sait aussi que la filtration du faisceau sur une plaque d'aluminium arrête les rayons mous et permet de faire pénétrer profondément, impunément pour la peau, des doses considérables de rayons durs. Pour juger exactement des effets biologiques des rayons durs, il était nécessaire de soumettre à l'étude histologique, après l'irradiation, un organe déjà bien connu, tant dans sa structure normale qu'au point de vue des effets produits sur lui par le rayonnement total.

Pour atteindre ce but, nous avons choisi comme objet d'étude le testicule du rat. L'épithélium séminal de cet animal est, on le sait, extrêmement vulnérable par les rayons X, et les lésions ainsi produites sont maintenant assez bien connues pour qu'on puisse utiliser cet organe comme un véritable réactif (¹).

Technique. — A travers la peau, nous avons exposé aux rayons X filtrés sur aluminium les testicules de dix rats adultes, dans des conditions variées que nous ferons connaître ultérieurement en détail. Il n'a été fait qu'une seule séance d'irradiation pour chaque animal. L'épaisseur du filtre a varié, selon les cas, de 2^{mm} à 5^{mm}. Les facteurs du rayonnement ont été soigneusement notés, ainsi que l'effet produit sur une pastille de platinocyanure placée au niveau de la peau, sous le filtre. La survie des testicules a été échelonnée de quelques jours à plus de deux mois.

Les testicules enlevés ont été traités par les meilleures méthodes de l'histologie normale. Les observations microscopiques ont été faites sur des coupes transversales totales passant par le milieu de l'organe.

Résultats. — *Peau.* — La peau est restée absolument intacte chez tous nos animaux. Deux rats, dont les bourses avaient reçu un rayonnement correspondant à la teinte 4 du chromoradiomètre de Bordier, n'ont pas même eu

---

(¹) Pour l'histoire de l'action des rayons de Röntgen sur le testicule, le lecteur voudra bien se reporter au Mémoire suivant : Cl. Regaud, *Lésions déterminées par les rayons de Röntgen et de Becquerel-Curie dans les glandes germinales, etc.* Rapport présenté à l'*Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences,* à Clermont-Ferrand, août 1908, et *Ann. d'Électrobiologie et de Radiologie,* fasc. 8, 1908.

la moindre chute de poils. Or il est certain que si l'on eût obtenu la même teinte sans filtration, l'irradiation aurait produit une radiodermite très grave. Donc, *à égalité d'action du rayonnement sur le platinocyanure, l'épiderme est énormément plus vulnérable par les rayons mous que par les rayons durs*. Il n'y a pas (généralement parlant) de parallélisme entre l'action des rayons sur le platinocyanure et leur action sur la peau. La pastille de platinocyanure seule, même soigneusement observée, ne permet pas de juger des effets qui se produiront tant sur la peau que profondément, si l'on n'est pas exactement renseigné sur la composition du faisceau.

L'immunité de la peau vis-à vis des rayons durs faisait craindre une immunité semblable de l'épithélium séminal. Nous allons montrer que cette supposition ne s'est pas vérifiée; donc *les diverses sortes de cellules réagissent diversement aux rayons de qualités différentes*.

Testicule. — Les cellules interstitielles se comportent après l'irradiation filtrée comme après l'irradiation totale : elles sont réfractaires.

Le syncytium nourricier (noyaux de Sertoli et protoplasma syncytial) de l'épithélium séminal est certainement moins sensible aux rayons très pénétrants qu'aux rayons mous ou peu pénétrants; nous l'avons trouvé, en effet, sensiblement indemne, tandis qu'il est fortement lésé dans la zone des lésions maximales, après l'action du faisceau total.

Les cellules de la lignée spermatique (spermatogonies, auxocytes, spermies) ne se comportent pas tout à fait de la même façon après les deux variétés d'irradiation. A en juger par la rareté relative des cellules monstrueuses et des cellules dégénératives, les auxocytes et les spermies nous ont paru un peu moins sensible au faisceau filtré qu'au faisceau total. *Quant aux spermatogonies*, qui sont les éléments-souches de toute la lignée spermatique, *elles nous ont paru un peu plus vulnérables encore par les rayons durs*. C'est là un fait capital; il est aisé de le constater; son importance est mesurée par la stérilisation partielle ou totale, temporaire ou définitive, qui en est la conséquence.

Que la stérilisation soit temporaire ou définitive, dans les deux cas l'épithélium se dépeuple de cellules séminales. Tandis que les générations cellulaires antérieures à l'irradiation continuent à évoluer et s'éliminent peu à peu à l'état de spermatozoïdes, la néoformation des cellules est arrêtée par la lésion des spermatogonies. Lorsqu'il ne reste plus aucune cellule séminale, l'épithélium ne comprend plus que le syncytium nourricier. A ce moment le poids du testicule est diminué de moitié. Si les spermatogonies sont mortes, cet état aspermatogène est définitif; si les spermatogonies ont été seulement arrêtées temporairement dans leur multiplication, celle-ci recommence vers la quatrième ou la cinquième semaine et l'épithélium se repeuple peu à peu partiellement.

Nous avons observé les diverses phases et les divers degrés de ce pro-

cessus dans notre série de 10 rats. Dans deux cas, les testicules avaient reçu à travers 2^{mg} d'aluminium un rayonnement correspondant, en intensité, à la teinte 4 de Bordier; après 23 et 27 jours respectivement, aucune spermatogonie ne subsistait plus dans la coupe transversale du testicule, et le dépeuplement était achevé. Il est très probable que la stérilisation totale fût restée définitive. D'autres rats, irradiés dans les mêmes conditions, mais dont la survie sera prolongée pendant plusieurs mois, confirmeront, nous l'espérons, la réalité de ce résultat, qui n'avait pu être obtenu jusqu'à présent en une seule séance et sans radiodermite.

Les effets du faisceau filtré se distinguent encore des effets du faisceau total par deux particularités très importantes. D'une part, en aucune partie du testicule irradié (filtre de 2^{mm}, teinte 4), il n'y a de lésion brutale (destruction massive de tubes séminaux), comme on en observe après l'action du faisceau total riche en rayons mous. D'autre part, les lésions produites par le rayonnement dur sont généralement égales dans toute l'étendue de l'organe, au lieu d'être disposées par zones d'intensité décroissante, comme après l'action du faisceau total.

Il nous semble superflu d'insister sur l'importance des constatations histologiques que nous apportons, au point de vue des futures applications thérapeutiques. Les résultats obtenus jusqu'ici par la röntgenisation des néoplasmes malins au moyen du faisceau total ont été plutôt médiocres, sauf en ce qui concerne certains néoplasmes cutanés. Mais les effets biologiques, ou plus précisément cytologiques, des rayons très pénétrants et filtrés, effets que nous mettons en évidence, autorisent de nouvelles espérances.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'épreuve de la glucosurie alimentaire chez l'épileptique*, Note de MM. **Florence** et **Clément**, transmise par M. Bouchard.

L'étude de la glycosurie alimentaire chez l'épileptique a fait l'objet d'un certain nombre de travaux. Block, Chvostek, Moritz, cités par Mendel, ne l'ont jamais observée dans cette maladie. Seul Lugrato obtient des résultats très faiblement positifs.

Nous avons repris l'étude de cette question : en recherchant et dosant les minimes quantités de sucre contenues dans les urines de nos sujets en expérience; en prolongeant pour chaque individu nos recherches bien au delà des limites que se sont assignées la plupart des auteurs.

Pour doser les faibles quantités de glucose dans les urines examinées, nous les avons concentrées au préalable dans le vide, à une température ne dépassant pas 50°. Dans les cas difficiles nous n'avons pas hésité à recourir à l'épreuve de la glucosazone.

Le glucose a été dosé par la liqueur de Fehling après défécation de l'urine à l'aide du sous-acétate de plomb liquide.

Nos recherches ont été effectuées sur des hommes sains et des épileptiques, maintenus à l'asile des aliénés, les uns et les autres vivant de la même vie, soumis au même régime. *Nos conclusions portent sur l'étude comparative des résultats fournis par ces deux catégories de sujets.*

La première partie de notre travail est consacrée à l'étude de la glycosurie alimentaire, dans les conditions de durée où on la pratique habituellement (12 heures environ).

Dans une seconde partie nous étudions cette épreuve pendant 8 à 15 jours consécutifs.

I. A 4 hommes normaux et à 8 épileptiques pris en dehors des périodes d'attaques, nous avons administré du glucose, soit pur, soit commercial, à des doses variant entre 150^{g} et 250^{g}. Le glucose a été dosé sur les échantillons d'urine prélevés de 2 en 2 heures à partir du moment de l'ingestion.

Nous avons constaté dans ces conditions que, chez les 4 hommes normaux, l'élimination commence dès la deuxième heure, atteint son maximum (0^{g},30 de glucose en moyenne) vers la huitième, pour décroître ensuite progressivement vers la douzième. Les urines du matin au réveil ne contiennent plus que des traces de corps réducteur.

Chez les 8 épileptiques, l'élimination du sucre est calquée sur celle de l'homme normal, jusqu'à la douzième heure. Mais, tandis que chez 3 d'entre eux elle continue à décroître, comme il arrive chez l'individu sain, elle remonte chez 5 autres au point de se rapprocher du maximum de la veille. Les urines du lendemain matin contiennent en effet 0^{g},20 environ de glucose.

Ce fait nous indique que chez l'épileptique l'élimination de ce corps est loin d'être achevée 24 heures après l'ingestion.

II. En conséquence, nous avons entrepris une nouvelle série d'expériences sur 3 individus normaux et sur 20 épileptiques, en dosant le glucose pendant plusieurs jours consécutifs dans les urines des 24 heures.

Voici ce que nous avons constaté : chez 3 individus normaux l'élimination atteignant son maximum dans les 24 heures qui suivent l'ingestion, décroît très régulièrement pendant les jours suivants pour cesser vers le sixième jour.

Rien de tel ne se produit chez l'épileptique en période d'attaques. Tout d'abord l'élimination varie avec chaque malade. Mais en réunissant en un schéma ces divergences individuelles d'ailleurs assez faibles, on peut ainsi définir les caractéristiques de l'élimination du glucose chez ces malades : plusieurs cycles de durée variable, de valeur généralement décroissante, séparés par des interruptions plus ou moins complètes. Durée totale allant de 10 à 20 jours.

En somme, on peut dire que l'élimination du sucre dans l'épilepsie est irrégulière, prolongée, polycyclique.

Les attaques ne paraissent pas modifier beaucoup l'élimination du glucose, en ce sens qu'elles n'influent pas sur la production d'un maximum ou d'un minimum et, pour tout dire, parce qu'elles n'enlèvent à cette élimination aucun de ses caractères.

Les troubles gastro-intestinaux si fréquents chez l'épileptique communiquent à la courbe éliminatoire une irrégularité poussée à l'extrême.

Le bromure de potassium paraît influer sur l'élimination qu'il tend à régulariser et à rapprocher de celle de l'homme normal.

Il y a lieu de se demander quel est le mécanisme de la glucosurie alimentaire chez l'épileptique.

Elle n'est pas due à des troubles gastro-intestinaux car nous avons soigneusement choisi des sujets à l'abri de cette complication. Du reste la glycosurie d'origine gastro-intestinale chez l'épileptique atteint une irrégularité telle, nous l'avons vérifié, qu'elle n'est en rien comparable à celle que présente l'épileptique dont l'appareil digestif est intact.

La perméabilité rénale n'intervient en rien dans cette glucosurie dont le caractère dominant est, nous l'avons vu, la longue durée. En comparant la courbe éliminatoire des premières heures de l'épileptique et de l'homme normal, on constate que l'élimination de sucre a lieu aux mêmes moments chez les uns et chez les autres; cette concordance existe encore pour les maxima et les minima. Enfin l'épreuve du bleu pratiquée chez un grand nombre de malades nous a été un garant de l'intégrité du rein dans tous les cas.

La glycosurie de l'épilepsie n'est pas un signe d'insuffisance hépatique car, dans ce cas, elle serait élevée et suivrait immédiatement l'épreuve. Mais elle doit être rapprochée de celle que Haedke a provoquée chez les traumatisés crâniens. Elle est à rapprocher aussi de la glycosurie spontanée signalée par Robin chez certains dyspeptiques et due pour cet auteur à des excitations réflexes parvenant au foie. L'excitabilité réflexe étant diminuée par le bromure, on s'expliquerait ainsi l'action de ce médicament qui rapproche l'élimination du sucre chez l'épileptique de ce qu'elle est chez l'individu sain.

PHYSIOLOGIE. — *Action hypotensive du sérum de chien privé de surrénales.* Note de MM. **Jean Gautrelet** et **Louis Thomas**, présentée par M. Yves Delage.

Les recherches de l'un de nous (¹) l'ont amené à considérer dans l'organisme le système des glandes à choline, hypotensives, comme antagoniste des glandes adrénalogènes hypertensives. La suppression des surrénales, organes adrénalogènes les plus développés, entraîne l'hypotension chez l'animal décapsulé, fait établi par Boruttau, Weiss et Strehl. Le sérum de chien décapsulé, injecté à un autre animal, modifie-t-il la pression de celui-ci? Renferme-t-il de la choline? Telles sont les deux questions que nous avons tenté de résoudre.

Nous avons donc, chez un certain nombre de chiens, pratiqué l'ablation simultanée des deux surrénales; après un temps variant de 4 à 15 heures, nous avons recueilli le sang à la carotide.

Ce n'est qu'après 48 heures que le sang, reposant dans un endroit frais, exsudait une quantité de sérum suffisante (40^{cm^3} environ) pour permettre son injection à un autre chien.

25^{cm^3} du sérum étaient injectés alors dans la saphène d'un chien de 15^{kg} en moyenne dont la pression était prise à la carotide. Après 15 secondes, le tracé indique une baisse de pression manifeste : celle-ci se fait lentement et progressivement; après 5 minutes, elle est de 5^{cm} de Hg, les deux éléments variable et constant s'étant abaissés de pair. Ce minimum obtenu, la pression remonte alors progressivement et, après six nouvelles minutes, atteint son chiffre primitif.

Comparativement, l'injection de 30^{cm^3} de sérum de chien normal n'a produit aucune modification sensible de la pression.

Dans plusieurs autres expériences, nous avons obtenu une baisse de pression variant entre 2^{cm} et 6^{cm} de mercure.

Le sérum de chien décapsulé et mort de son insuffisance surrénale, injecté à un autre animal, produit donc une baisse de pression.

Poursuivant nos investigations, nous avons mis en évidence que l'extrait alcoolique de ce sérum jouissait de la même propriété hypotensive, mais que l'effet hypotenseur disparaissait si le chien subissant l'injection avait préalablement reçu une injection d'atropine.

(¹) Jean Gautrelet, *Du rôle hypotenseur de la choline dans l'organisme* (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 995).

Or la choline est éminemment soluble dans l'alcool et la propriété qu'elle possède d'abaisser la pression artérielle est neutralisée par l'atropine. Ce fait nous a donc amené à rechercher la choline dans le sérum de chien décapsulé.

Nous l'avons alors caractérisée d'une façon constante, chez les chiens ayant subi l'ablation des deux surrénales depuis 10 ou 15 heures; nous avons obtenu, avec l'extrait alcoolique de leur sérum, la formation de cristaux de chloroplatinates, solubles dans l'eau ([1]), et même dans deux expériences nous avons obtenu des cristaux d'iodo-choline avec le réactif de Florence.

Le sérum d'animal décapsulé, tant par ses propriétés physiologiques que chimico-physiques, semble donc renfermer de façon constante de la choline.

Par contre le sérum normal ne contient pas de choline ou, du moins, il n'en contient qu'une dose infime, ce qui explique les réactions et les opinions contradictoires à ce sujet.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la composition chimique de la bile de bœuf.* Note de M. N.-A. Barbieri, présentée par M. Armand Gautier.

La méthode employée a été la suivante :

1. 30l de bile fraîche de bœuf sont séchés à 38°.

2. La masse sèche est traitée à froid par l'alcool fort qui laisse un résidu insoluble presque entièrement protéique.

3. On filtre et l'on agite la solution alcoolique réduite avec le sulfure de carbone pur. Il se forme deux couches, l'une supérieure (*a*) alcoolique et l'autre inférieure (*b*) sulfocarbonée.

4. Les deux couches sont séparées. Le CS^2 de la couche (*b*) est distillé, et le résidu, complètement dissous dans l'éther de pétrole, forme la *Partie I : Principes solubles dans l'éther de pétrole.*

5. On distille l'alcool de la couche supérieure (*a*) et le résidu, après lavages répétés à l'éther de pétrole, est dissous dans l'alcool fort.

6. A cette solution alcoolique on ajoute un excès d'acétone qui provoque, mais d'une manière toujours incomplète, un précipité que j'appellerai provisoirement *biline brute.*

La biline dissoute dans l'eau forme la *Partie II : Principes solubles dans l'eau.*

([1]) A noter également l'apparition de cristaux de neurine (*cf.* Marino-Zucco).

7. Les alcools qui ont permis la séparation de la biline brute sont réunis à la solution (6) formée d'alcool et acétone. Cette solution alcoolacétonique, réduite à consistance sirupeuse (Masse A), dépose une grande partie de NaCl, qu'on sépare par centrifugation. Pour débarrasser la masse sirupeuse (A) des dernières traces de biline il est nécessaire que chaque volume de cette masse soit délayée dans 20^{vol} d'alcool absolu. La totalité de la biline précipite alors. On filtre, on distille l'alcool et le résidu épais, repris par un excès de chloroforme, abandonne le reste du NaCl. On distille le chloroforme, et le résidu est enfin dissous dans l'alcool fort. On obtient ainsi une solution alcoolique de bile entièrement privée de graisses et de la plupart des sels minéraux (NaCl, phosphates, etc.).

8. A cette dernière solution alcoolique on ajoute un mélange formé de 10^{vol} de chloroforme avec 10^{vol} d'une solution aqueuse d'aldéhyde formique à $\frac{2}{100}$ et l'on agite. On obtient ainsi deux couches, l'une supérieure (c) alcoolique ou *Partie III : Principes solubles dans l'alcool,* et une couche inférieure (d), verdâtre, constituant la *Partie IV : Principes solubles dans le chloroforme seul.* Les deux couches sont séparées et l'on renouvelle cette opération jusqu'à ce que la couche inférieure soit incolore.

Cette méthode permet le fractionnement de la solution primitive de bile en quatre parties, avec élimination de la presque totalité des sels minéraux.

A. Partie I : *Principes solubles dans l'éther de pétrole.* — 70^{l} de bile ont donné 30^{g} de principes solubles dans l'éther de pétrole. De ces principes 20^{g} sont représentés par la cholesterine et 10^{g} par l'huile de bile contenant, pour 100^{g}, $0^{g},15$ à $0^{g},20$ de Ph et de la tristéarine.

Cette cholesterine fond à 145°, elle a donné à l'analyse :

$$C = 83,55, \quad H = 11,95, \quad O = 4,50.$$

B. Partie II : *Principes solubles dans l'eau.* — 70^{l} de bile ont donné 25^{g} de biline brute. C'est une poudre jaunâtre soluble exclusivement dans l'eau. La biline n'est pas amère. C'est un mélange très riche en cendres, mais exempt de sulfates. Sa solution aqueuse n'est pas précipitée par l'acétate de plomb, elle est partiellement précipitée par l'acétate de cuivre en flocons jaunes verdâtres. Après élimination complète du Cu de ce précipité, il est possible d'obtenir cristalline une matière colorante jaune que j'étudierai.

L'analyse de la *biline brute* a donné :

$$C = 30,15, \quad H = 6,16, \quad N = 8,15, \quad S = 2,30. \quad Ph = 0,45, \quad O \text{ et cendres} = 52,79.$$

On peut enlever la matière minérale en majeure partie par dialyse.

C. Partie III : *Principes solubles dans l'alcool.* — Ils sont représentés en grande partie par les sels sodiques biliaires. Pour séparer ces principes sans les altérer et

enlever le Na, on ajoute à la solution alcoolique une solution alcoolique de HCl à 1 pour 100 tant qu'il se forme un précipité de NaCl qu'on sépare par centrifugation. On neutralise le léger excès d'acide par une solution alcoolique de KHO à 2 pour 100, on évapore et l'on reprend le tout par le chloroforme.

La solution chloroformique est filtrée, et le résidu de l'évaporation du chloroforme est redissous dans l'alcool. On recommence sur cette nouvelle solution alcoolique l'addition de HCl alcoolique comme ci-dessus et l'on neutralise une seconde fois par la KHO alcoolique. On répète ainsi l'opération jusqu'à ce que tout le Na soit éliminé sous forme de NaCl. La résine, définitivement séparée après évaporation du chloroforme, ne contient que très peu de NaCl; elle est très amère et d'une odeur aromatique. Elle fond à 98°; elle est complètement insoluble dans l'eau et l'éther. Elle est soluble dans l'alcool, le chloroforme, les acides concentrés et dans les solutions des carbonates alcalins. L'analyse de la matière brute a donné : C = 61,67, H = 9,36, S = 1,35, Ph = 0,35, N = 2,10, O = 22,17; Cendres 3,0.

Cette résine fera l'objet d'une étude ultérieure.

D. Partie IV : *Les principes solubles dans le chloroforme seul* sont représentés par la biliverdine. La biliverdine est cristalline et dichroïque. La solution chloroformique verdâtre de biliverdine se transforme en une solution rouge par un excès de chloroforme.

E. Si 1^l de bile fraîche est additionné de son volume d'alcool fort il se forme un précipité blanchâtre constitué presque entièrement par une matière protéique insoluble. Le précipité est séparé par filtration, et la solution est évaporée et séchée à 38°. Lorsqu'on applique à cette masse sèche la méthode ci-dessus, on obtient les mêmes résultats. Si la bile est soumise à une dialyse prolongée et si l'on applique à la partie restée sur le dialyseur la même méthode, on obtient aussi les mêmes résultats.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la vie de la levure après fermentation.* Note de MM. E. Kayser et A. Demolon, présentée par M. Müntz.

Dans la fabrication des boissons fermentées on ne saurait se borner à considérer la levure comme un simple agent producteur d'alcool grâce à la sécrétion de diastases appropriées. Il faut faire intervenir également les réactions intracellulaires qui résultent du fonctionnement vital des cellules dans toute sa complexité. Les produits formés au cours de la fermentation proprement dite ont fait l'objet de nombreux travaux. On pouvait se demander si la levure n'est pas apte à jouer encore un rôle important après la disparition complète du sucre. La question présente d'ailleurs un intérêt pratique, puisque les vins blancs qui se clarifient mal sont parfois traités avec succès par une certaine quantité de grosses lies qu'on laisse en contact avec le vin soutiré du début de décembre au printemps. Nous avons déjà

montré ([1]) que le séjour sur lies est caractérisé par des phénomènes d'oxydation imputables à la levure et en relation avec le degré d'aération. Nous avons étudié ici les variations de ce même phénomène avec un certain nombre d'autres facteurs : température, origine de la levure, éducation et nutrition azotée de celle-ci. Nous avons opéré sur des vins naturels filtrés à la bougie et transvasés aseptiquement sur la levure. Celle-ci avait été préalablement multipliée dans l'eau de touraillons sucrée, additionnée dans certains cas d'azote ammoniacal [$SO^4(NH^4)^2$] ou amidé (leucine). Enfin le vin lui-même fut, dans un cas, additionné d'azote ammoniacal. La durée de contact fut environ 6 mois.

EXPÉRIENCE I (en large contact avec l'air).

Vin blanc (folle blanche).

	Température moyenne : 7°-8°.			Température moyenne : 12°-13°.	Température constante : +1°.
	Témoin sans levure.	Levure (3).	Levure (3) leucinée.	— Levure (3).	— Levure (3).
Alcool	7°,40	7°,00	5°,90	6°,00	7°,30
Acidité totale (SO^4H^2)	5g,68	4g,84	3g,85	4g,66	5g,76
Acidité volatile ($C^2O^2H^4$)	0g,849	0g,658	0g,160	0g,265	0g,403

Eau-de-vie correspondante.

Par litre de vin.					
Aldéhydes	78,9 mg	4090 mg	2935 mg	2653 mg	2645 mg
Furfurol	0,69	0,56	2,55	1,35	0,75
Éthers	193,6	180,4	145,2	206,5	244,3
Alcools supérieurs	50,7	60,7	51,6	44,3	51,2

EXPÉRIENCE II (en ballons à long col complètement remplis).

Vin rouge (Aigues-Mortes). — Température moyenne : 13°.

	Témoin sans levure.	Lev. 87.	Levure *a*.	Levure *a*. $SO^4(NH^4)^2$ avant.	Levure *a*. $SO^4(NH^4)^2$ dans le vin.	Lev. 16.
Alcool	7°,60	7°,05	7°,20	7°,00	6°,55	7°,50
Acidité totale (SO^4H^2)	5g,18	4g,50	4g,65	4g,80	4g,28	4g,58
Acidité volatile ($C^2O^2H^4$)	0g,668	0g,558	0g,583	0g,583	0g,615	0g,625

([1]) *Comptes rendus*, juillet 1907 et janvier 1909.

Eau-de-vie correspondante.

Par litre de vin.	mg	mg	mg	mg	mg	mg
Aldéhydes............	64,7	436,2	1248	784	1068	206
Furfurol.............	0,57	0,60	0,42	0,38	0,98	0,90
Éthers...............	104,6	113,4	116,4	126,0	92,0	111,5
Alcools supérieurs....	69	70	72	63	56,5	80

En présence de levure nous constatons dans tous les cas une disparition d'alcool supérieure à celle du témoin et variable suivant le cas. Ce fait s'observant pour des ballons placés exactement dans les mêmes conditions de température et de surface libre on ne saurait l'attribuer à l'évaporation. Les différences sont surtout sensibles en large contact avec l'air. En tout cas elles sont assez considérables pour qu'on ne puisse mettre en cause le manque de sensibilité de la méthode de dosage. D'autre part, nous avons constaté ailleurs qu'une addition de $HgCl^2$ exerce une action protectrice vis-à-vis de l'alcool. Il faut en conclure que la levure est capable d'utiliser celui-ci après fermentation.

La formation d'aldéhyde se présente dans certains cas avec une intensité remarquable (*Exp. I*, n° 2). Le phénomène s'observe encore à une température voisine de 0° (*Exp. I*, n° 5). Les diverses levures étudiées se comportent très différemment. Chose curieuse la levure 16 du Gard est celle qui semble le moins adaptée à agir sur le vin qui a la même origine qu'elle. L'éducation de la levure, en ce qui concerne sa nutrition azotée, influence son action oxydante; le rôle de la leucine est particulièrement marqué à cet égard (*Exp. I*, n° 3). Il en est de même quand on ajoute au milieu une certaine quantité d'azote ammoniacal (*Exp. II*, n° 5). Grâce à cet apport dans un milieu appauvri l'activité vitale de la levure semble se poursuivre avec plus d'intensité.

L'acidité totale diminue par combustion des acides fixes et, comme ce fait s'observe même en profondeur, on peut considérer que ces acides constituent un aliment hydrocarboné assimilé par la levure en l'absence de sucre.

Les variations trouvées pour le furfurol semblent indiquer que la levure entre en jeu dans sa formation. La levure leucinée, celle qui consomme des sels ammoniacaux, l'augmente. Étant donné que l'hydrolyse des matières protéiques fournit des corps hétérocycliques tels que l'acide pyrrolidine-carbonique, peut-être faut-il voir là un produit d'excrétion lié à la désassimilation azotée.

Les éthers varient peu. On ne saurait d'ailleurs apprécier d'après les résultats de l'analyse la quantité qui a pris naissance, par suite de la facilité avec laquelle ils s'évaporent.

Enfin, les alcools supérieurs ont également varié très peu et l'influence de la levure s'est montrée insensible. Comme nous l'avons montré dans les fermentations pures le fusel prend naissance au cours de la multiplication de la levure.

En dehors des applications à la pratique et au mode d'appréciation des

eaux-de-vie, nos recherches semblent comporter une conclusion théorique importante. On a pu croire que le cas de l'*Eurotiopsis Gayoni*, capable de consommer l'alcool, était une exception et que cette propriété n'existait pas, en particulier, chez les Saccharomyces. La levure d'ananas, que nous avons déjà étudiée antérieurement (¹), fournit une démonstration frappante du contraire, puisqu'on la voit détruire l'alcool au fur et à mesure de sa production. Mais, entre cette levure à caractère nettement aérobie et les levures alcooliques ordinaires représentées par les levures de vin, il n'y a qu'une différence de degré. Pour observer le phénomène il suffit de laisser les liquides complètement fermentés au contact de la levure pendant un temps suffisant et dans des conditions où celle-ci puisse mener une vie aérobie. A la respiration intramoléculaire qui caractérise la fermentation proprement dite, succède alors la respiration normale dans laquelle on voit la levure se comporter comme tous les autres végétaux et brûler, en particulier, les acides organiques. Mais l'oxygène se fixe également sur l'alcool et l'aldéhyde éthylique constitue un stade de cette oxydation que nous saisissons et qui témoigne vraisemblablement d'une respiration ralentie. Cette respiration de la levure se constate encore au voisinage de 0°; elle varie avec la nutrition azotée antérieure ou actuelle, ce qui ne saurait surprendre, puisque les combustions respiratoires affectent les albuminoïdes. Après fermentation, la cellule de levure se comporte donc, au point de vue physiologique, comme une cellule normale. De tels faits peuvent être utilement invoqués à l'appui de la théorie de la zymase dans la respiration végétale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultra-violets sur le cidre en fermentation*. Note de MM. **Maurain** et **Warcollier**, présentée par M. Roux.

Nous avons obtenu par l'action des rayons ultra-violets l'arrêt de la fermentation de cidres doux en pleine fermentation. Les cidres absorbent beaucoup ces rayons, de sorte que, pour obtenir l'arrêt de la fermentation, il faut opérer soit sur des couches très minces de cidre pur, soit sur des couches plus épaisses de cidre dilué; les résultats donnés ci-après préciseront ces épaisseurs et le temps d'exposition nécessaire.

La source utilisée est une lampe à vapeur de mercure en quartz, du modèle Poulenc pour 110 volts, fonctionnant au régime de 2,5 ampères.

(¹) *Comptes rendus*, janvier 1909.

Dans des expériences préliminaires, nous avons comparé grossièrement l'absorption du rayonnement photogénique de la lampe par des couches de cidres à différentes dilutions d'environ 1^{mm} d'épaisseur, contenues dans une cuve dont le fond était une lame de quartz de 5^{mm} d'épaisseur, et placée au-dessus de la lampe, à 5^{cm}. Avec le cidre pur le plus limpide, l'impression d'un papier au citrate d'argent ne commence à devenir visible qu'après une minute et demie à 2 minutes, et, après 3 minutes par exemple, l'impression est seulement du même ordre que celle obtenue en quelques secondes quand, dans le même dispositif, la couche de cidre est remplacée par une couche d'eau distillée ordinaire de même épaisseur. Avec des cidres dilués au $\frac{1}{20}$ par de l'eau distillée, dans les mêmes conditions, ce papier est impressionné assez fortement en 1 minute.

Pour étudier l'action du rayonnement sur la fermentation, on ensemençait des tubes d'*eau de touraillons sucrée et acidulée* à 2 pour 100 d'acide tartrique avec les échantillons de cidre pur ou dilué soumis au rayonnement de la lampe; des tubes témoins étaient toujours préparés; d'ailleurs ce soin était superflu pour toutes les séries d'expériences où les résultats, fermentation ou non-fermentation, étaient nettement séparés par la durée d'exposition seulement, et se servaient ainsi mutuellement de contrôle.

Voici les résultats obtenus :

1° *Couches de cidre pur d'épaisseur* $0^{mm},24$. — On les obtenait en déposant sur une lame de quartz à faces parallèles, de 5^{mm} d'épaisseur, quelques gouttes de cidre, et en recouvrant la lame de quartz d'une lame de verre séparée de celle de quartz par de petites portions d'une même lamelle de verre de $0^{mm},24$ d'épaisseur. Le système était exposé, la lame de quartz en dessous, au-dessus de la lampe, à 4^{cm}. Pour éviter l'échauffement, dans les essais de durée supérieure à 1 minute, on fragmentait l'exposition en autant de fois qu'il était nécessaire.

Dans ces conditions, l'arrêt de la fermentation est obtenu par toutes les préparations exposées au rayonnement pendant 3 minutes ou plus de 3 minutes, tandis que la fermentation se produit pour les préparations soumises au rayonnement pendant 2 minutes ou moins de 2 minutes.

2° *Couches de cidre pur de* $0^{mm},14$ *d'épaisseur*. — Exposées dans les mêmes conditions. Mêmes résultats.

3° *Couches de cidre pur d'environ* 1^{mm} *d'épaisseur*. — Elles ont été exposées de deux manières : soit dans une petite cuve en cuivre étamé, très plate (pour que le liquide ne monte pas sur les bords par capillarité, ce qui aurait augmenté l'épaisseur pour une partie du liquide) placée au-dessous de la lampe, à 4^{cm}; soit dans une cuve dont le fond était la lame de quartz de 5^{mm} (dont les parois avaient été légèrement graissées, pour éviter encore l'ascension capillaire), placée alors au-dessus de la lampe, à 5^{cm}.

La fermentation a toujours eu lieu, après des expositions allant jusqu'à 15 minutes.

Ainsi, sous cette épaisseur, l'absorption des rayons par les premières couches est assez forte pour empêcher l'action sur la levure dans le reste du liquide. On évitait l'échauffement comme il a été dit.

4° *Cidre dilué au $\frac{1}{20}$ par de l'eau distillée.* — Couches d'environ $1^{mm},7$. Séries faites avec la cuve métallique, c'est-à-dire le cidre dilué étant exposé directement au rayonnement, avec des durées d'exposition de 1, 2, 3, 4, 5 et 6 minutes. Dans une série, la préparation exposée 1 minute a fermenté, les autres non. Dans une autre série, aucune des préparations n'a fermenté. — Série faite avec la cuve à fond en quartz, c'est-à-dire avec interposition de la lame de quartz entre le cidre dilué et la lampe : les préparations exposées 1 et 2 minutes ont fermenté, les autres n'ont pas fermenté.

En résumé, l'arrêt de la fermentation est obtenu, pour des couches de cidre pur d'environ $\frac{1}{4}$ de millimètre d'épaisseur, avec une durée d'exposition supérieure à 2 ou 3 minutes, et, pour des couches de cidre dilué au $\frac{1}{20}$ d'environ $1^{mm},75$, avec une durée d'exposition supérieure à 1 ou 2 minutes.

MÉDECINE. — *Reproduction expérimentale du typhus exanthématique chez le singe.* Note de M. **Ch. Nicolle**, présentée par M. Roux.

Nous limitons cette première Note à l'exposé résumé de nos expériences. Celles-ci portent en elles leur enseignement. Le typhus exanthématique, maladie considérée comme particulière à l'homme, n'avait pu jusqu'à présent être reproduite chez les animaux. Son étude expérimentale qui semblait impossible devient réalisable du fait de son inoculabilité au singe.

Le matériel d'expériences a été emprunté par nous à un indigène atteint de typhus et traité au lazaret de la Rabta (Tunis). Voici l'observation de ce malade d'après les renseignements qui nous ont été fournis par M. le Dr Broc, auquel nous sommes heureux d'adresser nos remercîments pour la complaisance avec laquelle il a facilité nos recherches.

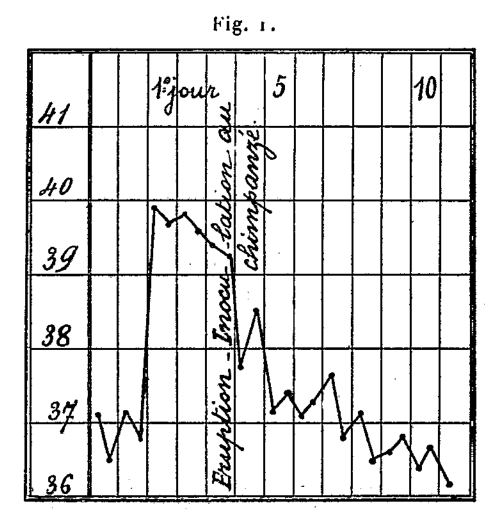
Observation humaine. — M. B. K. D., 35 ans, entré à l'hôpital Sadiki le 14 mai pour calcul vésical, présente le 17 une élévation brusque de la température ; en raison de l'épidémie régnante de typhus, il est dirigé de suite sur la Rabta. A l'entrée, langue rôtie, constipation. Le 19 mai, congestion du visage, un peu de stupeur, éruption discrète de taches rosées sur les flancs; pouls 108; rate normale; pas d'albumine. Dès le lendemain, amélioration évidente; le malade s'assied dans son lit. Il sort le 27, sur sa demande.

En résumé, typhus classique, bénin, de cinq jours de durée, dont nous donnons ci-dessous la courbe thermique.

Le 19 mai, troisième jour de l'infection, quelques heures après l'apparition de l'éruption, nous prélevons dans la veine de ce malade 1^{cm^3} de sang que nous inoculons de suite à un chimpanzé. Cet animal, après une incubation de

24 jours (interrompue seulement par une légère élévation thermique de 2 jours) a présenté un typhus des plus nets, ainsi que le montrent l'observation suivante et la courbe thermique qui l'accompagne :

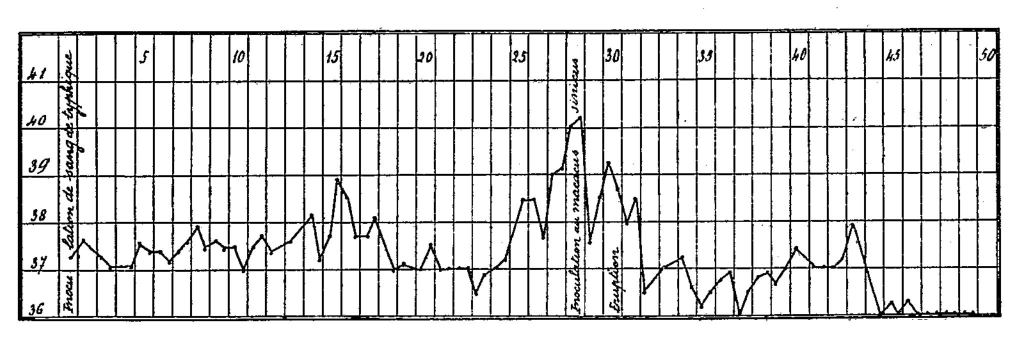
Fig. 1.



Courbe M.B.K.D. Typhus exanthématique. Courbe I.

Observation du chimpanzé. — Il s'agit d'un animal jeune, condition *a priori* défavorable si l'on se rappelle que dans l'espèce humaine le typhus est particulièrement bénin et même passe souvent inaperçu chez l'enfant. Bonne santé jusqu'au 12 juin. Ce

Fig. 2.



Courbe II. (Chimpanzé.)

jour (25e de l'inoculation), la température s'élève. Elle dépasse 40° le 15; à cette date, l'état général demeure bon; l'animal reste généralement couché, mais se lève pour manger et boire. L'éruption est apparue le 17, sous forme de taches rouges siégeant à la face, où elles se voient mal, à cause de la pigmentation de la peau; elles sont, par contre, bien visibles au niveau des oreilles. A partir du 18, aggravation de l'état

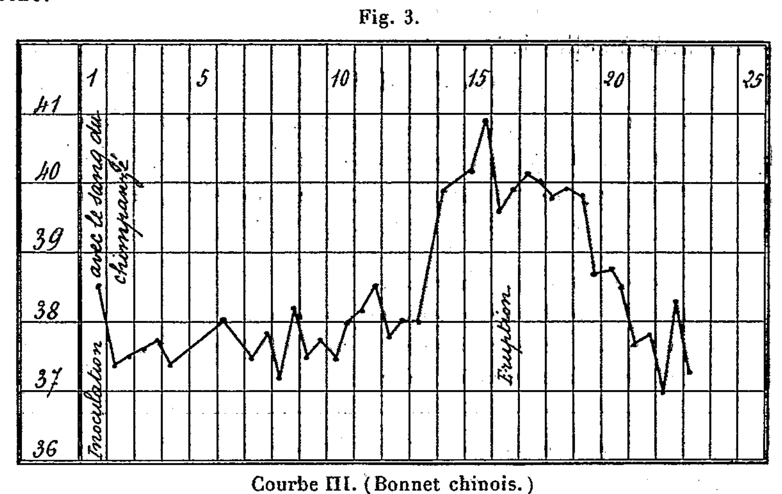
général, coïncidant avec la chute de la température; prostration; le chimpanzé ne se lève plus, ne mange plus ou à peine; diarrhée. Le 27, apparition de placards rouge sombre, mal limités, sur le tronc. Les jours suivants, disparition de cette éruption, desquamation des mains, amaigrissement progressif, hypothermie.

En résumé, incubation de 24 jours, typhus bénin (dans la période fébrile) et d'une durée de 7 jours; éruption. *Cachexie consécutive.*

Le 15 juin, quatrième jour de l'infection du chimpanzé, alors que la température atteint 40°, 2, et 2 jours avant l'éruption, nous prélevons dans la veine de cet animal 1^{cm^3} de sang que nous inoculons sous la peau d'un bonnet chinois (*Macacus sinicus*). Celui-ci, après une incubation de 13 jours, a contracté un typhus typique, comme le prouvent l'observation et la courbe qui suivent :

Observation du bonnet chinois. — État général parfait jusqu'au 27 juin, date de l'élévation thermique, et même état encore les deux jours suivants. Le 30 juin (3e jour de l'infection), apparition rapide d'une éruption siégeant à la face, principalement au niveau des oreilles, de la racine du nez et des régions palpébrales, frontale et malaires. Cette éruption est constituée par des taches rouge vif, confluentes sur le nez, isolées ailleurs; elles s'effacent par la pression pour reparaître dès que celle-ci cesse. L'animal est énervé, il présente des tremblements fibrillaires et reste couché ; langue humide ; pouls 110. Même état le lendemain. L'éruption s'est atténuée à partir des jours suivants, elle n'est pas encore totalement disparue au moment de la défervescence. Celle-ci survient au huitième jour de la maladie. L'état est alors assez bon, l'animal mange, mais il reste couché et a extrêmement maigri. Présence de cylindres epithéliaux nombreux dans l'urine.

Fig. 3.



Courbe III. (Bonnet chinois.)

En résumé, typhus classique, d'une durée de 8 jours, avec éruption des plus caractéristiques.

Deux essais de transmission de typhus par inoculation directe du sang du malade au bonnet chinois nous avaient donné des résultats négatifs.

Les expériences que nous venons de relater prouvent;

1° La possibilité de transmettre le typhus de l'homme au chimpanzé et, après passage par celui-ci, au bonnet chinois, espèce commune.

2° La présence du virus dans le sang de l'homme le jour de l'éruption et dans le sang du chimpanzé 2 jours avant l'apparition de celle-ci.

Nous adressons nos remercîments à l'Institut Pasteur de Paris qui, en mettant généreusement à notre disposition un chimpanzé, a permis la réalisation de nos expériences.

HYGIÈNE. — *Effets au point de vue chimique (ozone, etc.) de l'immersion dans l'eau de la lampe en quartz à vapeur de mercure.* Note de MM. **J. Courmont, Th. Nogier** et **A. Rochaix**, présentée par M. Guignard.

Nous avons montré [1] que l'immersion d'une lampe en quartz à vapeur de mercure (10^{amp}, 135^{volts}) dans de l'eau limpide, détruit dans celle-ci les microbes ordinaires et le colibacille en 1 minute environ jusqu'à 30^{cm}.

Nous venons aujourd'hui étudier les modifications chimiques consécutives à cette immersion.

Nos expériences ont porté sur 1500^{cm^3} d'eau dans lesquels une lampe en quartz, semblable à celle ci-dessus, était immergée *pendant* 10 *minutes.*

I. *Y a-t-il production d'ozone?* MM. Bordier et Nogier avaient déjà montré [2] qu'il n'y avait pas production d'ozone dans l'air entourant la lampe de Kromayer. Il n'y en a pas davantage dans l'eau. En effet, une eau renfermant 5^{cm^3} d'oxygène par litre avant l'immersion, ne contient ensuite pas trace d'ozone décelable soit par l'odeur, soit par les réactifs suivants :

Solution d'iodure de potassium amidonné;
Solution de chlorhydrate de métaphénylène-diamine;
Papier imprégné de phtaléine et humecté d'une solution de KI à 15 pour 100;
Papier imprégné de sulfate de manganèse.

---

(1) J. Courmont et Th. Nogier, *Sur la stérilisation de l'eau potable au moyen de la lampe en quartz à vapeur de mercure* (*Comptes rendus*, 22 février 1909).

(2) H. Bordier et Th. Nogier, *Recherches sur la cause de l'odeur prise par l'air soumis aux radiations ultra-violettes émises par la lampe à vapeur de mercure* (*Comptes rendus*, 10 août 1908).

L'action bactéricide n'est donc pas due à l'ozone.

II. *Modifications des principales substances recherchées dans les eaux potables.* — Les expériences ont porté sur de l'eau de rivière additionnée successivement de chacune des substances suivantes :

A. *Matières organiques diverses :* 12 expériences. — Les différences constatées ont été neuf fois infinitésimales. Dans une expérience, la réduction a été de $1^g,64$ d'oxygène consommé par litre (avant) à $1^g,44$ (après). Deux fois seulement les différences ont été plus marquées.

B. *Ammoniaque.* — L'écart le plus considérable entre les dosages avant et après a été de $0^g,124$ à $0^g,122$.

C. *Nitrites.* — Le plus souvent, pas de modification ou seulement un écart de $0^g,0252$ de Az^2O^3 par litre, par exemple à $0^g,0242$. Dans un cas exceptionnel, les nitrites ($0^g,05$ de Az^2O^3 par litre) avaient totalement disparu.

D. *Nitrates.* — Pas de modification.

III. *Conclusions.* — L'immersion *prolongée* (10 minutes) d'une lampe en quartz à vapeur de mercure de 30^{cm} de longueur, dans 1500^{cm^3} d'eau renfermant de l'oxygène, *ne produit pas d'ozone* et n'entraîne le plus souvent que des modifications insignifiantes des matières dissoutes expérimentées.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur la valeur paire de parties impaires et sur la dissymétrie de parties paires, d'après des Syllidiens en stolonisation et en régénération.* Note de M. **Aug. Michel**, présentée par M. Henneguy.

A l'extrémité de chacun des demi-bourgeons qui, chez la plupart des Syllidiens, sont préparés d'avance pour reconstituer par l'accolement de ces moitiés la queue de la souche après départ du stolon, j'ai découvert un très petit appendice, constamment présent en dedans du cirre anal, et dont la paire paraît représenter l'appendice impair décrit par les auteurs à l'extrémité d'une queue ordinaire. J'ai toujours vu cet appendice chez les très nombreux individus des diverses espèces à demi-bourgeons de soudure tardive que j'ai été à même d'observer à la Station zoologique de Naples : *Syllis prolifera*, *S. vittata*, *S. cirropunctata* n. sp. (voir *Comptes rendus*, 1er février 1909), à l'exclusion de *S. amica* qui ne forme pas de demi-bourgeons préalables et de *Trypanosyllis zebra* où les demi-bourgeons confluent dès le début, bien avant la séparation du stolon (voir *Comptes rendus*,

24 mai 1909). Même lorsque, à la suite de l'ablation expérimentale de l'un des demi-bourgeons chez *S. prolifera*, j'ai vu la queue se reconstituer par régénération au bord interne de la moitié conservée (naturellement pourvue d'un grand cirre anal ordinaire et d'un petit cirre), j'ai pu constater sur ce demi-régénérat lui-même non seulement un grand, mais aussi un petit cirre : l'appendice est ici encore double malgré la demi-régénération sans accolement. Après la soudure des demi-bourgeons ces petits appendices restent séparés; en sorte que, chez les premières espèces citées, la duplicité de ce petit cirre anal permet de reconnaître les queues de stolonisation des queues primitives où l'appendice est simple suivant la description des auteurs, et des queues de régénération ordinaire, c'est-à-dire ne débutant qu'après la section, où j'ai constaté ce petit cirre également unique; de même chez *S. amica*, qui ne forme pas de demi-bourgeons avant la séparation du stolon et qui ne reproduit la queue de la souche que par une régénération ordinaire, je n'ai jamais reconnu qu'un appendice impair. Il ne semble pas que les deux petits cirres se soudent finalement; c'est seulement très exceptionnellement que j'ai vu le retour à l'unité se produire par la soudure seulement basale en une pièce bifurquée ou par la diminution ou même la disparition de l'un des deux appendices. Les auteurs ne voient dans l'appendice impair qu'un simple prolongement, le *pseudo-cirre*, sans portée segmentaire; il me semble, au contraire, d'après le cas des demi-bourgeons de souches, que cet appendice de valeur paire peut, au même titre que les grands cirres anaux, être assimilé aux appendices parapodiaux; si l'on admet que ces grands *cirres anaux* représentent des cirres dorsaux, les premiers, plus ventraux et plus petits, pourraient être homologués à des cirres ventraux.

De même pour l'antenne médiane, mais ici par anomalie exceptionnelle, j'ai vu, dans quelques cas de régénération céphalique, apparaître à la place de cet appendice impair deux appendices voisins, mais séparés : le cas s'est présenté plusieurs fois chez *S. vittata*, une fois même après disparition d'une antenne impaire primitivement apparue; je l'ai observé aussi sur un régénérat céphalique de *S. amica*, déjà remarquable par le développement de ce régénérat et la multiplicité de têtes stoloniales. (Voir *Comptes rendus*, 28 juin et 15 février 1909.)

On pourrait peut-être citer aussi, à l'appui de la valeur paire des appendices impairs, des cas de bifurcations d'appendices : j'en ai observé des exemples sur des antennes médianes tantôt avec branches assez longues, voire même des ramifications, tantôt à fourche à peine plus indiquée que par une extrémité élargie et tronquée, le plus sou-

vent chez *Syllis vittata*, mais aussi chez *S. prolifera* et *Odontosyllis virescens*. Mais ce qui diminue la valeur de ces cas de bifurcation au point de vue de la parité, c'est qu'ils peuvent se présenter aussi pour des appendices déjà effectivement pairs : par exemple, j'ai observé des bifurcations ou des ramifications sur des cirres anaux pairs ordinaires et aussi une fois sur un petit cirre anal dans un des cas de duplicité dont il a été question. D'ailleurs finalement, dans tous ces cas, par une sorte de régulation, la partie branchue se détruisait, en sorte qu'ici toujours l'appendice, pair ou impair, redevenait lui-même simple en se réduisant à sa base.

Parmi les nombreux exemplaires de Syllidiens observés par moi, j'ai rencontré un certain nombre de cas de dissymétrie : duplicité unilatérale de certains segments, multiplicité souvent d'un seul côté de têtes stoloniales, inégalité du développement bilatéral d'appendices doubles ou bifurqués.

Le cas bien connu d'un segment double dans une de ses moitiés, simple dans l'autre, je l'ai observé chez des Syllidiens sur des parties anciennes, sur des régénérats caudaux ordinaires et sur des régénérats caudaux de stolonisation dus à la soudure de deux demi-bourgeons. Des exemples déjà communiqués (*Comptes rendus*, 15 février 1909) de têtes stoloniales anormalement multiples, je dois seulement rappeler ici que ces anomalies étaient en grande partie dissymétriques : des individus de *S. vittata* et *S. prolifera* n'avaient une tête supplémentaire que d'un seul côté; surtout la *S. amica* déjà citée avait 12 têtes stoloniales à droite, et seulement 5 à gauche, autrement dit 5 têtes à deux côtés et à peu près complètes, et 7 têtes plus ou moins indiquées et seulement par leurs moitiés droites. Des appendices pairs (antennes latérales, cirres tentaculaires, parapodes de segments postcéphaliques) ou des appendices impairs dédoublés (antennes médianes dans certains cas, petits cirres dans tous les cas de stolonisation avec demi-bourgeons) ou simplement bifurqués pouvaient apparaître d'un seul côté, ou se développer plus tôt ou plus complètement d'un côté que de l'autre. D'ailleurs la prédominance d'un même côté pouvait se retrouver sur le même animal pour plusieurs appendices, donnant plus d'importance à cette dissymétrie : par exemple, l'individu cité de *S. amica* réunissait à droite, outre un plus grand nombre de têtes stoloniales anormales, un développement plus intense sur le régénérat céphalique par une taille plus grande de l'antenne médiane (double) et une plus grande précocité des deux cirres tentaculaires correspondants; un individu de *S. prolifera* présentait à gauche à la fois le dédoublement d'un segment, la bifurcation du grand cirre anal et celle du petit cirre anal (double).

CYTOLOGIE. — *Sur les réactions de quelques mitochondries*. Note de M. E. FAURÉ-FREMIET, présentée par M. Henneguy.

J'ai montré, en 1908 [1], que les mitochondries d'un Infusoire cilié, le *Strobilidium gyrans*, pouvaient être colorées par l'acide osmique, tout au

[1] *Sur le* Strobilidium gyrans (*Comptes rendus Association des Anatomistes*, Congrès de Marseille, 1908).

moins dans certaines conditions, et que l'alcool, l'éther et le chloroforme pouvaient les altérer; j'en ai conclu que ces mitochondries, ou sphéroplastes « sont constituées par un substratum albuminoïde », mais que celui-ci, probablement, « renferme des corps lipoïdes et se trouve séparé du plasma ambiant par une mince couche lipoïde ». En juin 1908 [1], en étudiant l'appareil mitochondrial de l'œuf de *Julus terrestris,* j'ai insisté sur l'existence dans la mitochondrie d'un grain protoplasmique et d'une substance particulière à laquelle serait due la colorabilité spéciale de cet élément.

Je me proposais de « revenir prochainement » sur la nature de cette substance, mais les recherches que A. Mayer, G. Schæffer et moi avions entreprises sur les réactions microchimiques des corps gras ont été plus longues que je ne pensais, et ce n'est que tout dernièrement (juin 1909) [2] que nous avons indiqué quelques-uns de nos résultats. En décembre 1908 [3], dans une série de Notes extrêmement intéressantes, M. Regaud, en partant d'un matériel différent, les cellules testiculaires du Rat, est arrivé à la même conclusion, et il admet avec moi que « les mitochondries sont constituées par un support protoplasmique de forme variable, combiné à nne substance caractéristique possédant des réactions microchimiques spéciales ». En étudiant la fixation des mitochondries par l'acide chromique avant ou après traitement par l'alcool, Regaud conclut qu'il « sera peut-être possible de ranger les *substances mitochondriales* dans le groupe des lipoïdes ou des lipoprotéides solubles dans l'alcool », et en mars 1909 [4], à propos de la colorabilité des mitochondries et de la myéline par l'hématoxyline après fixation au bichromate-formol, il ajoute que la substance grasse des mitochondries ne se colore pas du tout par l'acide osmique qui noircit pourtant la myéline, et que d'autre part « la graisse ordinaire (éthers d'acides gras et de la glycérine) n'est au contraire de la myéline (graisse phosphorée) ni insolubilisée ni colorée » par cette méthode.

On a beaucoup parlé, depuis lors, de la nature *lipoïde* des mitochondries, et je citerai particulièrement les recherches de M. Nageotte sur les mitochondries des cellules nerveuses. Celles-ci ne peuvent pas être mises en évidence si la pièce a été traitée par l'alcool avant la chromisation.

J'ai étudié les caractères histochimiques des mitochondries des Infusoires ciliés et des cellules de la lignée spermatique de quelques Insectes (*Pyrrhocoris, Forficula, Apis, Hyponomeuta*). Mes observations ont été faites à l'état frais sur des Infusoires ou sur des cellules dissociées soit dans l'eau salée, soit dans le liquide de Pictet, et après fixation. Les fixations ont été faites par quatre procédés différents.

---

(1) *Comptes rendus Soc. Biologie,* t. LXIV, p. 1057.
(2) *Comptes rendus Soc. Biologie,* t. LXVI, p. 921.
(3) *Comptes rendus Soc. Biologie,* t. LXV, p. 566, 607, 660 et 718.
(4) *Comptes rendus Soc. Biologie,* 29 mars 1909.

A. Fixation par l'acétone et séjour prolongé dans ce liquide, soit à la température du laboratoire, soit à l'étuve à 40°.

B. Fixation par le sublimé alcoolique de Maier modifié, pendant quelques secondes ou quelques minutes au plus; lavage à l'alcool absolu, puis séjour prolongé soit à la température ordinaire, soit à l'étuve, dans l'alcool absolu, l'éther ou le chloroforme.

C. Fixations osmiques, chromo-osmiques ou chromiques.

D. Fixation par le perchlorure de fer, l'acétate d'urane, le chlorure de platine, le peroxyde d'osmium ou le molybdate d'ammoniaque, suivie d'une réduction par l'acide pyrogallique.

Les résultats généraux que j'ai obtenus peuvent se résumer ainsi :

1° Les mitochondries absorbent le peroxyde d'osmium sans le réduire; mais, si l'on traite par l'acide pyrogallique, elles se colorent en gris foncé, tandis que le cytoplasme et surtout le noyau restent très colorables par l'aurantia. On obtient ainsi des figures semblables à celles données d'une manière inconstante par la méthode de Sjövall. La même réaction est obtenue, mais plus faiblement, avec le fer, le platine, l'urane, le molybdène.

2° En traitant de même des mitochondries préalablement fixées et lavées par l'un des procédés A ou B (acétone, alcool, chloroforme, etc.), on n'obtient plus l'imprégnation par les métaux sus-cités.

3° Les mitochondries sont plus ou moins colorables par les méthodes de Benda et de Regaud. Après fixation par l'un des procédés D elles peuvent être colorées par le violet de gentiane précédé d'un mordançage au permanganate de potasse.

4° Après traitement par les procédés A ou B, les mitochondries de quelques Infusoires (*Spirostomum*) sont encore colorables par les trois méthodes précédentes; celles du *Carchesium* ne le sont plus, non plus que celles des Insectes.

5° Après traitement par les procédés A ou B les mitochondries restent fortement colorables par la fuchsine acide et l'éosine (les spermatides du *Pyrrhocoris*, colorées par la méthode de Mallory, montrent alors le corps mitochondrial rouge vif, l'idiosome bleu, le noyau jaune).

6° Après fixation par les procédés C et D, les mitochondries ne sont plus colorables sans mordançage que par la fuchsine acide, l'orange G et l'éosine.

La conclusion de ces recherches est la suivante : les mitochondries sont insolubles dans l'acétone, l'alcool, l'éther et le chloroforme (j'ai essayé également le toluène, le sulfure de carbone, etc.); mais, après l'action de ces solvants des graisses, leur affinité pour l'acide osmique est considérablement diminuée, et certaines colorations ne peuvent plus s'effectuer aussi bien, ou même ne réussissent pas du tout.

Si l'on compare ces faits aux résultats des recherches microchimiques que A. Mayer, G. Schæffer et moi avons brièvement résumés dernièrement, on voit que *seules* les combinaisons d'adsorption dans lesquelles entrent les acides gras présentent tous les caractères histochimiques des mitochondries. Comme nous l'avons annoncé dans notre Note, nous exposerons ces recherches en détail dans un Mémoire ultérieur.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichtyologique du lac Victoria.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une précédente Communication ([1]) j'ai indiqué que la faune ichtyologique de lac Tchad présentait de grands rapports avec celle du Nil, du Niger et du Sénégal. Il n'en est pas ainsi pour le lac Victoria, qui, à l'inverse du précédent, présente une physionomie assez particulière, au milieu de l'ensemble, en général, si homogène des eaux douces africaines tropicales.

Les Poissons du Victoria Nyanza, en effet, s'écartent notablement de ceux du cours du Nil, fait assez singulier puisque cet énorme lac s'y déverse et en constitue en quelque sorte une des sources principales. Peu de formes sont communes à la fois au fleuve et au lac; en revanche quelques genres et de très nombreuses espèces sont exclusivement propres à ce dernier. On ne peut guère citer en Afrique que le lac Tanganyika qui présente avec le fleuve qu'il alimente, c'est-à-dire le Congo, des différences encore plus grandes que le Victoria avec le Nil.

Les Poissons du Victoria commencent à être assez bien connus grâce aux travaux d'Hilgendorf, de Pfeffer et surtout de Boulenger. Moi-même, dans une liste comprenant une vingtaine de formes de ce lac provenant des récoltes effectuées lors d'une première mission en 1903 et 1904 par M. Ch. Alluaud, j'ai donné ([2]) la description de cinq espèces nouvelles, l'une type d'un genre nouveau de la famille des Cichlidés : l'*Astatoreochromis Alluaudi* Pellegrin.

Elles ont été reproduites ensuite par M. Boulenger dans son grand Ouvrage sur les Poissons du Nil ([3]), qui contient l'ensemble de ce qui est jusqu'ici connu sur la faune ichtyologique de ces régions. Sur 61 espèces citées par lui comme ayant été rencontrées dans le Victoria, 46 lui sont absolument propres.

Lors d'une seconde expédition de M. Ch. Alluaud, en 1908 et 1909, à travers l'Afrique orientale anglaise, de nouvelles collections de Poissons ont

([1]) *Comptes rendus,* 17 mai 1909.

([2]) *Mission de M. Ch. Alluaud en Afrique orientale : Poissons. Systématique* (*Mém. Soc. zool. Fr.,* t. XVII, 1905, p. 174).

([3]) *Zoology of Egypt : The Fishes of the Nile,* 1907.

été encore rassemblées par lui dans le Victoria, à Kavirondo et à Entebbé, et viennent d'arriver au Muséum de Paris. On trouvera ci-dessous la liste des espèces qu'elles contiennent :

CHARACINIDÆ : *Alestes nurse* Rüppell, *Alestes Sadleri* Boulenger.

CYPRINIDÆ : *Barbus trispilopleura* Boul., *B. Magdalenæ* Boul., *Neobola argentea* Pellegrin.

SILURIDÆ : *Clarias Alluaudi* Boul., *Schilbe mystus* Linné.

CICHLIDÆ : *Paratilapia prognatha* Pellegr., *P. longirostris* Hilgendorf, *P. serranus* Pfeffer, *P. victoriana* Pellegr., *Astatotilapia Guiarti* Pellegr., *Astatotilapia nigrescens* nov. sp., *Tilapia nuchisquamulata* Hildgend., *Tilapia Perrieri* nov. sp. *T. Stanleyi* Boul., *T. Stanleyi*, var. *uniformis* nov. var., *T. Martini* Boul., *T. lacrimosa* Boul., *T. nubila* Boul., *T. nilotica* Linné, *Astatoreochromis Alluaudi* Pellegrin.

Cette liste, bien qu'assez restreinte, mérite de fixer l'attention, car elle comprend, outre de nouveaux exemplaires des cinq espèces décrites par moi lors du premier envoi de M. Alluaud, plusieurs des formes plus récemment signalées par M. Boulenger. Enfin deux espèces et une variété de la famille des Cichlidés sont nouvelles pour la Science : l'*Astatotilapia nigrescens*, le *Tilapia Perrieri*, le *T. Stanleyi*, var. *uniformis*.

Il y a lieu d'ajouter à cette intéressante collection deux Cyprinidés nouveaux pris par M. Alluaud dans la zone inférieure du mont Ruwenzori, le *Capoëta Ruwenzorii*, nov. sp., et le *Barbus Alluaudi*, nov. sp. [1].

Le nouvel envoi de M. Alluaud vient donc confirmer nos données sur la physionomie assez particulière, bien que se rattachant à l'ensemble général des eaux douces africaines tropicales, de la faune ichtyologique du Victoria Nyanza. Sur les 22 formes citées ici, 5 seulement, en effet, se rencontrent en dehors du lac. Les espèces actuellement connues sont maintenant portées à 65, dont 49 exclusivement spéciales.

Il permet en outre d'insister sur la variabilité tout à fait remarquable dans le Victoria des représentants de la famille des Cichlidés, Poissons percoïdes des eaux douces africaines et américaines. Sans doute la différenciation n'est pas aussi considérable que dans le lac Tanganyika et l'on n'y voit pas de spécialisations aussi extraordinaires de la dentition; néanmoins il est manifeste qu'il existe également dans le Victoria Nyanza un centre d'évolution pour le groupe qui y compte 31 représentants. Les espèces y sont peu

(1) Ces espèces seront décrites dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*.

fixées et l'on trouve des transitions nombreuses entre diverses formes ailleurs beaucoup plus stables.

Ces faits semblent donc indiquer que le Victoria est resté jusqu'à une période récente séparé du cours du Nil et que les chutes de la sortie actuellement existantes mettent encore un obstacle assez sérieux aux migrations entre le fleuve et le lac lui-même, et *vice versa*. De plus, les grandes profondeurs de cette énorme étendue d'eau sont également un des facteurs qui ont le plus influé sur la différenciation si remarquable des formes ichtyologiques qu'on y rencontre.

GÉOLOGIE. — *Sur le Silurien de la Nouvelle-Zemble.* Note de M. V. **Roussanof**, présentée par M. A. Lacroix.

Attaché comme géologue à la Mission arctique française du Commandant Bénard, j'ai consacré cet hiver plusieurs mois, avant un nouveau départ pour la même région, à déterminer une partie des collections recueillies par notre Mission en 1908. Ces collections ont été offertes par **M. le Commandant Bénard au Muséum** d'Histoire naturelle, où je les ai étudiées sous la direction de M. Boule.

On sait que la Nouvelle-Zemble est formée de deux îles séparées par un détroit peu large, nommé Matotchkin-Char. L'île du Nord, couverte de montagnes qui dépassent 1000^m et de glaciers qui descendent jusqu'à la mer, n'avait jamais été traversée avant l'été dernier; la région centrale en était complètement inconnue. L'expédition arctique française a exploré aussi l'île du Sud, en particulier les environs de Kostin-Char et la Terre aux Oies. Une partie de l'expédition, sous la direction du docteur Candiotti, médecin de la Marine, a parcouru l'intérieur de l'île, du golfe Nesnaemy, sur la mer de Kara, au golfe Crestovaïa sur la mer de Barents. Nous avons ainsi traversé la Nouvelle-Zemble au niveau du 74e degré de latitude.

De grands glaciers continus, parsemés de fissures dangereuses, remplissent les vallées. L'une des vallées que nous avons explorées est barrée par un glacier de 2^{km} à 3^{km} de largeur, de 8^{km} de longueur environ, d'une altitude moyenne de 350^m, mais dont les pentes descendent jusqu'à la mer. Ce glacier se ramifie en deux branches dont l'une se dirige vers la mer de Kara et l'autre vers la mer de Barents; on peut expliquer par une semblable ramification l'origine du détroit Matotchkin-Char; ce serait une vallée de creusement glaciaire à demi submergée.

La découverte d'un gisement de fossiles m'a permis de reconnaître l'âge des schistes argileux noirs, fortement plissés, parfois redressés jusqu'à la verticale, qui affleurent dans la partie orientale de l'île. Ils doivent être rapportés au Silurien; les grès qui les recouvrent et qui occupent le milieu

de l'île sont plus récents et il est probable que les conglomérats et les schistes chloriteux qui affleurent dans l'Ouest peuvent être attribués au Dévonien supérieur, peut-être même en partie à l'Anthracolitique.

Le gisement de fossiles siluriens se trouve dans le fond du golfe Nesnaemy à la base d'un anticlinal orienté NNE et dont le flanc ouest, seul visible, a un plongement d'environ 35°.

Dans les assises les plus inférieures constituées par des schistes argileux gris foncé, on rencontre des nodules calcaires renfermant des coquilles de Nautilidés que je n'ai pu rapporter à aucun des genres déjà connus et que je désignerai sous le nom de *Karoceras,* du nom de la mer de Kara. Ces *Karoceras,* que je considère comme appartenant à la famille des Cyrtocératidés, ont des caractères communs aux trois genres *Orthoceras, Cyrtoceras* et *Phragmoceras.* La coquille, au lieu d'avoir une courbure à peu près régulière, continue, comme dans les *Cyrtoceras,* commence par être à peu près droite et s'incurve ensuite assez brusquement. Tandis qu'on peut assimiler la courbure des *Cyrtoceras* à une corne d'abondance, il faut comparer celle de *Karoceras* à une crosse. La chambre d'habitation est assez grande; l'ouverture est rétrécie, un peu comme chez les *Phragmoceras,* mais à un degré moindre car elle demeure à peu près elliptique et sans échancrures latérales prononcées. Les cloisons sont généralement peu concaves, presque plates. Le siphon est submarginal et placé du côté convexe, les goulots siphonaux sont obliques par rapport aux cloisons, ce qui donne à une section sagittale un aspect très spécial. Il me semble que ces *Karoceras,* dont la courbure est d'abord presque nulle, puis devient très prononcée à un certain âge, prouvent bien que les Nautilidés enroulés, en général, ont eu comme ancêtres des formes droites.

Un fossile du Silurien de Bohême, décrit par Barrande sous le nom de *Cyrtoceras laminare,* doit être rapporté à ce nouveau genre. L'illustre paléontologiste a hésité, dit-il, pendant plus de 20 ans avant de figurer le spécimen unique, incomplet, qu'il possédait; il a en vain attendu la découverte d'autres échantillons complets en Bohême. Cette espèce est au contraire très commune à la Nouvelle-Zemble dans ces couches inférieures, où elle est accompagnée de trois ou quatre autres espèces nouvelles du même genre que je décrirai ultérieurement.

Dans la même zone inférieure, j'ai recueilli en outre : *Dalmania caudata* Emm., *Proetus waïgatschensis* Tschern., *Orthis tenuidens* Hall, *Strophodonta ampla* Hall, *Leptœna striata* Hall, *Whitfieldella didyma* Dalm.

La zone moyenne est, au point de vue lithologique, une zone de transition, dans laquelle les schistes passent peu à peu à des assises gréseuses; son épaisseur ne dépasse pas 10^{m}. Sa faune, riche surtout en Orthocères, comprend : *Dalmania caudata* Emmons, *Phacops* cf. *fecundus* Barr., *Whitfieldella didyma* Dalm., *Orthoceras decipiens* Barr., *O. Richteri* Barr., *O. Bohemicum* Barr., *O. Murchisoni* Barr., *O. insectum* Barr., *O.* cf. *docens* Barr., *O. undulatum* Hall., *Cyrtoceras truncum* Barr., *C.* cf. *indomtium* Barr.

La zone supérieure gréseuse représente, je crois, la partie terminale du Silurien supérieur. On y trouve en abondance *Whitfieldella didyma* Dalm. et, beaucoup plus rarement, *Strophomena cuspidata* Barr., *S. Stephani* Barr., *Spirifer parvulus* Tschern., *Rhynchonella Minerva* Barr. On n'y rencontre ni *Orthoceras,* ni *Karoceras*.

La liste des fossiles de la zone moyenne comprend surtout des espèces du Silurien de Bohême; nous pouvons en conclure que, vers la fin du Silurien supérieur, il y avait une large communication entre la mer arctique et la mer de l'Europe centrale. Mais il semble qu'à une époque plus ancienne cette communication était moins facile, car la faune à *Karoceras* est, pour ainsi dire, spéciale à la Nouvelle-Zemble.

Ces listes de fossiles contiennent aussi d'ailleurs des espèces américaines, ce qui confirme l'opinion de certains géologues, récemment présentée par M. Haug sous forme de carte, que la mer arctique communiquait, au Silurien supérieur, à la fois avec la mer européenne et avec la mer de l'Amérique septentrionale.

La présence de deux espèces du Dévonien (*Strophomena Stephani* et *S. ampla*) pourrait être expliquée en admettant que ces espèces ont apparu plus tôt dans les régions arctiques qu'en Europe et en Amérique et qu'elles ont subi une migration de la région polaire vers la région équatoriale.

Outre ces fossiles du Silurien, notre expédition a recueilli *Atrypa waigatschensis* Tschern. dans les calcaires noirs de Kostin-Char et un fragment de gros Orthocère très analogue à *O. girgitum* Barr. à peu près au même point. La première espèce est voisine d'*A. reticularis* du Dévonien, la seconde a été signalée par Barrande en Bohême dans des assises du même âge.

Nous sommes donc en droit de penser que les terrains dévoniens affleurent dans la région occidentale de la Nouvelle-Zemble. J'ai même trouvé près du Matotchkin-Char, du côté de la mer de Barents, des Productidés qui pourraient indiquer la présence de terrains un peu plus récents.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre de Provence* (11 *juin* 1909). Note de M. **Louis Fabry**, présentée par M. Bigourdan. (Extrait.)

... L'impression qui se dégage de l'examen des pays atteints par le tremblement de terre du 11 juin dernier est que l'écorce terrestre a été frappée de bas en haut par une masse sous-jacente. Ce gigantesque coup de bélier a produit des vibrations qui se sont propagées de proche en proche, qui se

sont répercutées à travers les couches de terrains de diverses natures. Les lignes de cassure auront agrandi, amorti, réfléchi ces vibrations et provoqué ainsi des phénomènes spéciaux dans leur voisinage.

Si l'écorce terrestre s'était affaissée, si elle avait joué le long d'une ligne de cassure, il semble bien qu'on devrait trouver des traces de ce mouvement, des dénivellations du sol quelque part. Or, bien que le pays soit sillonné en tous sens de routes et de chemins de fer, on ne trouve nulle part aucune dénivellation. Il est vrai que dans certaines parties en remblai les voies ferrées se sont légèrement affaissées, mais elles n'ont présenté aucun changemeut dans les endroits où elles reposent sur le sol lui-même, particulièrement dans les tranchées. A part des éboulements de rochers sur des terrains fortement en pente, quelques fissures qui paraissent dues à des commencements d'éboulements et quelques sources taries ou accrues par la formation de fentes dans le sous-sol, le tremblement de terre ne laisse dans la campagne aucune trace de son passage. Il présente les caractères d'un phénomène dû à une cause extérieure à l'écorce terrestre et contre lequel cette écorce réagit, non d'un phénomène dont la cause, se trouvant dans l'écorce terrestre elle-même, y apporterait une modification permanente. Le tremblement de terre peut être défini : « un choc très violent, ou une compression violente du sol, qui vient des profondeurs de la Terre et qui se propage de proche en proche ». Ce choc est vibratoire, c'est-à-dire composé d'une série de coups rapprochés venant alternativement d'un côté et de l'autre ; il est probable que le choc initial frappé dans les profondeurs du sol n'a pas ce caractère, mais il le prend en se répercutant à travers les diverses couches de terrain et en arrivant à la surface du sol qu'il fait vibrer. En même temps il se transforme en un roulement prolongé.... Chaque point de la surface terrestre est ainsi frappé pendant plusieurs secondes d'une série de chocs verticaux et horizontaux qui peuvent affecter diverses directions; mais il semble bien que, parmi ces directions, il y en a généralement une qui est de beaucoup prépondérante.

Si le tremblement de terre provient d'un choc souterrain, il doit avoir une partie centrale autour de laquelle il rayonne au loin ; on constate en effet ce rayonnement, avec affaiblissement progressif dans les pays éloignés des lieux frappés; près de ces lieux le rayonnement est moins visible, mais il paraît aussi exister autour d'une région peu étendue située entre les villes de Salon et de Lambesc. Autour de cette région centrale, le mouvement a rayonné et il a été amplifié ou diminué, ici ou là, par la nature du terrain superficiel et des couches profondes. Le choc a dû se produire à une profondeur relativement faible....

Une étude attentive des documents que j'ai recueillis, et des pierres déplacées ou brisées, indique à Salon un choc vertical très violent, mais incliné vers l'Ouest, et à Lambesc un choc incliné vers le Nord-Est. Lorsqu'on se rapproche du centre du phénomène, que je place entre ces deux villes, le choc vertical semble moins sensible; on peut l'attribuer à ce qu'il est, là,

très sec et bien perpendiculaire au sol, ce qui supprime quelques-uns de ses effets. A Pélissanne, village voisin de la région où paraît se trouver le centre d'ébranlement, les maisons semblent avoir été frappées de bas en haut, et quelques toitures se sont effondrées par parties dans les maisons dont les murs sont restés debout....

On comprend, d'après cela, que les effets produits par le tremblement de terre sont très complexes : les maisons, frappées en général obliquement, s'agitent dans le sens qui est le plus favorable à leur vibration, les objets placés sur des étagères contre les murs sont projetés à l'opposé de ces murs, mais dans une direction souvent oblique. Quant au choc vertical, il se manifeste en décrochant les balanciers légers des pendules, rejetant des porte-bobèches hors des bougeoirs, vidant des boîtes de café ou de sucre sans déplacer la boîte, brisant d'un coup sec des objets en verre ou en terre sans les déplacer, lançant en l'air des chapiteaux qui, retombant sur leurs piliers, les brisent sur l'un des angles. Tout cela ne peut être interprété que par une étude attentive et minutieuse. La détérioration plus ou moins grande des maisons isolées ou des villages dépend aussi de causes complexes; les villages situés sur des terrains fortement inclinés, ceux où des terrains de diverses natures sont juxtaposés, sont très ébranlés.... Ainsi les villages de Lançon et d'Aurons, quoique rapprochés de la région qui paraît être le centre de l'ébranlement, ont peu de dégâts; Vernègues et Cornillon, qui en sont plus éloignés, ont été beaucoup plus éprouvés; cela peut être attribué à ce que les deux premiers villages sont sur un calcaire néocomien, tandis que ce qui est sur la molasse marine ou des calcaires feuilletés a beaucoup souffert. De même deux édifices également solides, placés à 1^{km} de distance sur des terrains différents, peuvent subir, l'un de graves avaries et l'autre des dégâts peu importants.

Je signale aussi les phénomènes électriques remarqués par un grand nombre de témoins. Dans les villes, les fils conducteurs de lumière électrique, agités et recevant des pierres tombant des maisons, se touchent et produisent des éclairs éblouissants. Mais il semble bien aussi que, sur beaucoup de terrains, le tremblement de terre produise un phénomène électrique : le sol, violemment froissé, s'électrise, des étincelles jaillissent çà et là, visibles seulement pour ceux qui, par hasard, regardent le sol de très près.... Ces lueurs ont été vues par un grand nombre de témoins.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les conséquences théoriques que j'ai pu déduire de l'étude à laquelle je me suis livré, sur place, du phénomène.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du 7 juillet 1909.* Note de M. **Alfred Angot.**

Une perturbation sismique d'une intensité remarquable a été enregistrée le 7 juillet sur les deux sismographes Wiechert et Milne de l'Observatoire du Parc Saint-Maur. On trouvera ci-dessous l'indication des phases principales; les heures sont données en temps moyen de Greenwich; pour le sismographe Wiechert la durée d'oscillation du pendule est de 8 secondes et l'on a employé l'amplification 80.

I. *Premières oscillations préliminaires.* — Elles débutent brusquement et d'une manière très nette à $21^h45^m30^s$. Pour la composante N-S la première oscillation a, sur le tracé, une amplitude de $1^{mm},9$; puis vient une série d'oscillations de faible amplitude mais très rapides (période variant de 1 à 3 secondes). Pour la composante E-W la première oscillation présente une amplitude de $9^{mm},0$; les suivantes ont une période plus longue que celle de l'autre composante (de 6 à 7 secondes) et une amplitude beaucoup plus grande.

La comparaison des amplitudes de ces deux composantes montre que l'épicentre doit se trouver à peu près à l'ESE.

II. *Secondes oscillations préliminaires.* — Elles débutent à $21^h52^m22^s$, d'une manière absolument nette pour la composante N-S, par une grande oscillation dont l'amplitude totale atteint $17^{mm},3$. L'amplitude de ces oscillations est plus grande et la période notablement plus longue que pour les premières oscillations préliminaires. On y rencontre des groupes dont la période dépasse 8 secondes.

La durée des premières oscillations préliminaires, 6 minutes 52 secondes, indique pour l'épicentre, d'après la formule de Laska, une distance approximative de 5900^{km}.

III. *Grandes oscillations.* — Le début des grandes oscillations est moins net que celui des oscillations préliminaires; on l'estime à $21^h56^m27^s$ pour la composante E-W, à $21^h56^m24^s$ pour la composante N-S du Wiechert, et à $21^h56^m,5$ pour la composante E-W du Milne. Le maximum se présente vers 22^h4^m, avec une amplitude d'environ $13^{mm},0$ pour la composante E-W et de $13^{mm},6$ pour la composante N-S. Ces oscillations sont notablement plus lentes que les précédentes, pour certains groupes la période a dépassé 16 secondes.

L'amplitude des oscillations diminue notablement à partir de 22^h16^m. Sur le sismographe Wiechert on ne voit plus, après 22^h30^m, que des traces d'oscillations à peine perceptibles; on en retrouve encore sur le sismographe Milne jusque vers 23^h30^m.

D'après ce qui a été dit ci-dessus, l'épicentre doit se trouver à environ 5900^{km} dans l'Est-Sud-Est, c'est-à-dire dans la région de l'Hindou-Kouch ou du Pamir, ce qui concorde avec les indications données par quelques journaux.

Ce tremblement de terre a été noté également à Grenoble, où le sismo-

graphe Kilian a enregistré à $9^h 48^m 16^s$ une secousse, de direction SE-NW. Il est difficile de reconnaître à quelle phase exacte du phénomène correspond cette indication.

M. G. Ullmann adresse deux Notes intitulées : *Le traitement médical de l'appendicite* et *La valeur thérapeutique de la température animale.*

(Renvoi à l'examen de M. Ch. Bouchard.)

M. J. Constantin adresse une Note : *Sur le mécanisme du vol de l'oiseau.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. P. Banet-Rivet adresse un Mémoire intitulé : *Sur la stabilité longitudinale des multiplans.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juin 1909.

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Délégation en Perse. *Annales d'Histoire naturelle,* publiées sous la direction de J. de Morgan. Tome I : *Paléontologie.* Paris, Ernest Leroux, 1908; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Douvillé.)

Traité de l'Alimentation et de la Nutrition à l'état normal et pathologique, par le Dr E. Maurel. Volume III : *Ration de la grossesse, de l'allaitement et du travail. Influences qui modifient toutes les rations. Indications pratiques sur les aliments d'origine animale et végétale.* Paris, O. Doin, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

La station sismique de Grenoble, par W. KILIAN. (Extr. du Volume des *Comptes rendus de l'Association pour l'avancement des Sciences : Congrès de Clermont-Ferrand,* 1908.) Paris; 1 fasc. in-8°.

État actuel et avenir de l'Aviation, par RODOLPHE SOREAU. (Extr. des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France;* Bulletin de juillet 1908.) Paris, F.-L. Vivien; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Deslandres.)

La locomotion aérienne mise à la portée de tout le monde, par MARCEL TESSONNEAU. Paris, imp. Coyart, 1909; 1 fasc. in-12.

Sciences et religions à travers les siècles, par SYLVAIN PÉRISSÉ. Paris, Fischbacher, 1908; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les glaciers orientaux du Pic Long (Pyrénées centrales), par D. EYDOUX et L. MAURY; avec une planche. (Extr. de *La Géographie,* numéro du 15 juillet 1907.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Les grottes de Bastaras (Haut-Aragon, Espagne), par LUCIEN BRIET. (*Spelunca.* Bull. et Mém. de la Société de Spéléologie; t. VII; n° 55, mars 1909.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique du département de Constantine; 11e Volume de la 4e série; 42e Volume de la Collection. Constantine, D. Braham; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3e série, t. XLV, année 1908. Troyes; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique; t. XXXV, livr. 4; t. XXXVI, livr. 1. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1909; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark; 1908, n° 6; 1909, n° 1. Copenhague, 1909; 2 fasc. in-8°.

Congrès géologique international. Compte rendu de la Xe Session, Mexico, 1906; 1er et 2e fascicules. Mexico, 1907; 2 vol. in-4°.

Guide des Excursions du Xe Congrès géologique international, Mexico, 1906; avec de nombreuses cartes, planches et gravures. Mexico, 1906; 1 vol. in-8°.

Boletin del Instituto geologico de Mexico; nos 17, 21-23, 24 (texte et planches) et n° 26. Mexico, 1905-1908; 7 fasc. in-4°.

Parergones del Instituto geologico de Mexico; t. I, nos 1-10; t. II, nos 1-9. Mexico, 1903-1909; 19 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 JUIN 1909.

Le Prince ROLAND BONAPARTE présente les trois publications suivantes relatives aux fêtes du *Cinquantenaire de l'Origine des espèces :*

Order of the proceedings at the Darwin celebration, held at Cambridge june 22 to june 24, 1909, with a sketch of Darwin's life. Cambridge, 1909; 1 fasc. in-4°.

Darwin celebration. Cambridge, 24 june. (Brochure contenant le texte des discours prononcés en latin pour la présentation des récipiendaires du grade de Docteur ès sciences *honoris causa.*) 1 fasc. in-4°.

The foundations of the origin of species, a sketch written in 1842, by CHARLES DARWIN; edited by his son FRANCIS DARWIN. Cambridge, 1909; 1 fasc. in-8°,

Second Mémoire sur la détermination des systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides de Dupin, par GASTON DARBOUX. (Extr. des *Mémoires de l'Académie des Sciences:* t. LI, n° 2.) Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Service géographique de l'Armée. *Cours de Géodésie et d'Astronomie de position*, professé par le lieutenant-colonel BOURGEOIS; 2e tirage, 1908. Paris, imprimerie du Service géographique; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Les aspects de la végétation en Belgique, par CHARLES BOMMER et JEAN MASSART. — *Les districts littoraux et alluviaux*, par JEAN MASSART. Bruxelles, Jardin botanique de l'État, 1907; 1 vol. in-folio. (Adressé par M. Th. Durand, Directeur du Jardin botanique de l'État belge.)

Annales de l'Institut national agronomique; 2e série, t. VIII, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy; 3e série, t. X, fasc. 1, janvier-février 1909. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie; 1 fasc. in-8°.

Enquête sur l'Économie sociale dans les communes rurales en Finlande, 1901. III : HANNES GEBHARD, *Étendue des terres cultivées et leur répartition;* Helsingfors, 1908; 1 vol. in-4°.

Société de Géographie de Finlande. *Atlas de Statistique sociale sur les communes rurales en Finlande en* 1901, par HANNES GEBHARD. Helsingfors, 1908; 1 vol. in-4°.

Fennia. Bulletin de la Société de Géographie de Finlande; 23-27, 1905-1909. Helsingfors; 5 vol. in-8°.

LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE FINLANDE, à Helsingfors, adresse les publications suivantes :

Acta; 33, 34. 2 vol. in-4°.
Ofversigt; 48-50. 3 vol. in-8°.
Bidrag; 64-66. 3 vol. in-8°.
Hydrographisch-biologische Untersuchungen; 1, 2. 2 vol. in-4°.
Festschrift für J.-A. Palmén; Bd. 1, 2. 2 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 juin 1909.)

Note de M. *A. Leduc*, Une nouvelle forme de l'équation caractéristique des gaz :

Page 1670, ligne 5 en remontant, *au lieu de* correspondant, *lisez* correspondants.
Page 1673, ligne 3, *au lieu de* 0,001, *lisez* $\frac{1}{1000}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JUILLET 1909.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant la mort de M. *Simon Newcomb*, associé étranger de l'Académie, s'exprime comme il suit :

L'Académie vient de faire une très grande perte en la personne de son associé étranger, M. Simon Newcomb. L'illustre astronome américain, qui vient de mourir à Washington, était né en 1835; il fut successivement professeur à l'Observatoire naval de Washington, à l'Université John Hopkins à Baltimore et, de 1877 à 1897, directeur du *Nautical Almanach* américain. Il avait été nommé en 1874 correspondant, et en 1896 associé étranger de notre Académie.

Newcomb fut le digne continuateur de Laplace et de Le Verrier. Son œuvre considérable, qui touche à toutes les parties de la Mécanique céleste, témoigne d'un labeur gigantesque. Les parties théoriques de cette science lui doivent un développement analytique nouveau de la fonction perturbatrice suivant les cosinus des multiples des anomalies excentriques des deux planètes, l'emploi des fonctions de Bessel permettant ensuite de passer aux anomalies moyennes. Dans le problème des trois corps, Newcomb obtint des développements dans lesquels le temps ne sort pas des signes *sinus* et *cosinus*, et l'on sait combien cette importante question, reprise ensuite par M. Lindstedt, a été brillamment approfondie par M. Poincaré.

La théorie des mouvements des satellites des planètes offre parfois des difficultés considérables; c'est ce qui arrive en particulier pour un satellite de Saturne, Hypérion, dont la ligne des apsides présente une rotation rapide. Newcomb, le premier, calcula les perturbations produites dans ce cas par l'action d'autres satellites, surtout de Titan, et put ainsi rendre compte d'un cas nouveau alors en Mécanique céleste.

En 1895 parut le grand travail de notre confrère sur les éléments des quatre planètes les plus rapprochées du Soleil et les constantes fondamentales de l'Astronomie. La réfection des Tables de Mercure, de Vénus, de la Terre et de Mars était rendue désirable par l'accumulation de nouvelles observations méridiennes et les nouveaux passages de Mercure et de Vénus, que Le Verrier n'avait pas eus à sa disposition. On reste confondu devant l'énormité des calculs et la finesse dans la discussion des erreurs probables, exigées par une telle œuvre. Les résultats, confirmant d'ailleurs en beaucoup de points ceux de Le Verrier, ne vont pas sans quelque amertume pour la Mécanique céleste habituée à de si éclatants triomphes. Le désaccord de 38″ entre la théorie et l'observation, signalé par Le Verrier dans le mouvement séculaire du périhélie de Mercure, est porté à 41″, et deux autres désaccords, de moindre importance, sont à signaler pour le périhélie de Mars et le nœud de Vénus. On doit en outre à Newcomb une discussion très serrée des hypothèses qui peuvent être faites pour expliquer ces désaccords, comme la non-sphéricité du Soleil et l'existence d'un anneau ou d'un groupe d'astéroïdes entre le Soleil et Mercure. Newcomb montre que ces hypothèses doivent être rejetées et fait la remarque curieuse que l'accord peut être rétabli, en substituant à la loi de Newton une loi où l'exposant, au lieu d'être *deux*, est égal à *deux* augmenté de 16 unités décimales du huitième ordre. Peu d'astronomes et de mécaniciens seraient sans doute disposés à accepter une telle loi, qui n'était d'ailleurs pour Newcomb dans le cas actuel qu'une simple règle empirique. Telle est du moins l'épithète dont nous qualifions les lois qui ne sont pas simples, l'idée vague mais féconde de simplicité étant toujours plus ou moins associée dans notre esprit à la notion même de loi naturelle.

C'est dans la construction des Tables de la Lune que se présentent, en Mécanique céleste, les plus grandes difficultés. Celles-ci devaient attirer Newcomb. On savait que les Tables de Hansen ne représentent pas avec une suffisante exactitude le mouvement de la Lune après 1850. Une étude approfondie des documents antérieurs à 1750 a montré à Newcomb que les Tables de Hansen ne représentent pas non plus correctement le mouvement de notre satellite avant 1750. En particulier l'accélération séculaire de 12″ admise par Hansen n'est pas d'accord avec les éclipses de Lune rapportées par Ptolémée, et Newcomb est conduit à remplacer ce nombre par 8″, qui se rapproche du nombre théorique de 6″ résultant des travaux, regardés sur ce point comme définitifs, d'Adams et de Delaunay. Newcomb discute aussi, après Hansen, Delaunay et M. Radau, les inégalités provenant de

l'action des planètes sur la Lune et, comme conclusion définitive de son grand travail, corrige les Tables de Hansen par l'addition de *sept* termes nouveaux.

Je ne puis m'empêcher de reporter en ce moment mon souvenir sur la conférence magistrale que notre illustre associé faisait l'année dernière à Rome, au Congrès international des mathématiciens. Il s'agissait précisément de l'état actuel de la théorie de la Lune. Une des conclusions en était négative, les variations du moyen mouvement de la Lune ne pouvant être expliquées, comme on l'a proposé, par l'action des marées, car il en résulterait, disait Newcomb, des variations d'une minute dans notre mesure du temps depuis deux siècles, ce qui est en désaccord avec les passages de Mercure. Mais je suis certain que l'infatigable travailleur n'était pas découragé par l'énigme lunaire plus irritante encore que celle relative au périhélie de Mercure : « J'ai avec moi », me disait-il, la dernière fois que je le vis sur les bords du lac de Némi, « deux caisses remplies de longs calculs. Je vais dans la montagne pour les revoir à loisir, et peut-être les résultats n'en seront-ils pas sans intérêt. » La maladie, qui devait venir si peu de temps après, aura-t-elle permis à Newcomb d'achever le travail dont il paraissait beaucoup espérer? Souhaitons que le grand astronome n'ait pas emporté dans la tombe les résultats de ses derniers efforts.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les mouvements de la couche supérieure de l'atmosphère solaire*. Note de M. H. Deslandres.

La couche supérieure de l'atmosphère gazeuse du Soleil ou de la chromosphère solaire a été révélée et photographiée récemment à Meudon avec les vapeurs du calcium et de l'hydrogène. Nous avons pu, d'Azambuja et moi, en employant des spectrohéliographes d'une puissance suffisante, séparer la lumière spéciale de cette couche des lumières voisines qui auparavant s'ajoutaient à elle, et obtenir ainsi des images bien pures. Avec le calcium, il a fallu éliminer la couche moyenne K_2, environ cinq fois plus brillante que la couche supérieure K_3. Avec l'hydrogène et la raie rouge $H\alpha$, nous avons écarté la lumière des bords, également intense, en retenant exclusivement la lumière du centre, qui est fort différente et fournit seule la couche supérieure (¹).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 467 et t. CXLVIII, 1909, p. 1011 et 1235.

Or ces images nouvelles du calcium et de l'hydrogène offrent des phénomènes nouveaux, caractéristiques, qui jusqu'alors avaient été masqués en totalité ou en grande partie par les images parasites qui étaient superposées.

Les taches sont, comme on sait, le caractère principal de la surface solaire; or elles diminuent progressivement de la surface à la couche supérieure de l'atmosphère; en haut, elles manquent complètement ou sont notablement moins larges et noires.

Par contre, de nouveaux détails également noirs apparaissent : l'image offre des lignes noires, nommées *filaments*, droites ou courbes, plus ou moins larges et souvent très longues. Elles retiennent l'attention plus encore que les taches, parce qu'elles ont en général une surface totale plus grande; elles sont frappantes, surtout dans les images de l'hydrogène dont les autres détails sont moins apparents et qui ont un développement moindre des plages très brillantes au-dessus des facules.

Les filaments persistent comme les taches pendant plusieurs rotations et sont, comme elles, le siège de mouvements spéciaux; aussi les ai-je signalés comme ayant une importance au moins égale à celle des taches. De plus, la couche supérieure présente d'autres lignes similaires, moins visibles, appelées *alignements*, qui sont plus nombreuses, plus longues et même parfois s'étendent d'un bord à l'autre de l'astre. Les filaments et alignements constituent en fait un véritable réseau dont les mailles comprennent les taches et facules, et j'ai été conduit à admettre une liaison intime entre ces deux parties et avec la circulation générale de l'atmosphère solaire.

Ces premières idées ont été exposées dans une Note de novembre dernier, intitulée : *Caractères de la couche supérieure de l'atmosphère gazeuse du Soleil* (¹). J'ai recherché surtout les analogies possibles avec l'atmosphère terrestre et les phénomènes de cette atmosphère que nous avons pu reconnaître, il est vrai dans la partie basse, seule accessible; et c'est ainsi que j'ai admis l'assimilation des taches et pores à nos dépressions ou cyclones et des filaments aux anticyclones. Les gaz et vapeurs solaires se rapprochent de la tache en tourbillonnant, s'élèvent au-dessus d'elle et redescendent à l'emplacement du filament. J'ai ajouté que cette théorie s'accordait bien avec les résultats connus du spectrohéliographe qui décèle seulement les formes et la situation des vapeurs, mais qu'elle pouvait être

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLVII, 1908, p. 1016, et *Ann. des Spectroscopistes italiens,* mars 1909.

modifiée par le relevé des vitesses radiales, relevé qui, étant fort long, n'était pas encore terminé.

La Note actuelle présente les résultats principaux des spectrohéliographes dans les derniers mois, et surtout quelques faits nouveaux fournis par le spectro-enregistreur des vitesses radiales. Elle complète nos données expérimentales sur les filaments, et permet de rectifier plusieurs points des théories précédentes sur les mouvements de l'atmosphère solaire.

L'Observatoire de Meudon est le seul qui enregistre les mouvements radiaux des vapeurs solaires en même temps que leurs formes. L'appareil des vitesses radiales juxtapose les spectres de sections successives équidistantes sur le disque solaire, et autant que possible de manière à reconstituer l'image circulaire de l'astre. Il donne les formes générales des vapeurs et dans chaque section la raie K avec les détails des deux composantes K_2 et K_3 et leurs vitesses radiales. Il relève ainsi les mouvements des couches moyenne et supérieure du calcium.

Cet appareil, aussi utile à notre avis que le spectrohéliographe qui relève les formes, a été essayé d'abord sous une forme simple en 1892, puis réalisé automatique à Paris en 1894 et à Meudon en 1905. Il a été agrandi et complété en 1907, l'expérience ayant montré qu'une grande dispersion et aussi une grande image de l'astre étaient nécessaires pour avoir tous les détails intéressants ([1]).

Dans sa forme actuelle, il comprend un collimateur de $0^m,80$ et une chambre de $3^m,50$, avec un réseau ou un train de trois prismes. Le réseau donne une image plus nette et exempte d'astigmatisme; mais les prismes, qui ont une proportion moins grande de lumière diffusée, ont été préférés en général. L'appareil reçoit la lumière solaire d'un cœlostat et d'un objectif de $0^m,18$ d'ouverture et $3^m,60$ de distance focale. L'image finale a 14^{cm} de diamètre et offre 140 petits spectres larges de 1^{mm}, qui comprennent la raie K avec ses alentours immédiats et qui correspondent à 140 sections équidistantes sur le disque.

Sur chaque côté de l'épreuve on ajoute des spectres de comparaison qui sont photographiés avec la seconde fente élargie par le déplacement d'une seule joue, et sont fournis soit par le Soleil, soit par l'arc électrique. On peut ainsi, par l'intermédiaire de la joue fixe de la fente, comparer les raies

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIV, 1892, p. 276 et 578, et t. CXIX, 1894, p. 457; *Bulletin astronomique*, octobre 1894; *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 377, et t. CXLVII, 1908, p. 467.

K_2 et K_3 en chaque point aux autres raies solaires plus fines, ou aux radiations d'une source terrestre.

Ce spectro-enregistreur des vitesses est en service depuis 1908 et confié à Burson, astronome assistant, qui m'a aidé aussi intelligemment pour les mesures. Les épreuves complètent heureusement celles des spectro-héliographes, et nous en avons déjà une jolie collection.

Plusieurs résultats de ces épreuves ont déjà été publiés en 1908 (¹); ce sont ceux qui apparaissent immédiatement dans un premier examen fait à l'œil nu. Parfois la raie K_3 se montre à première vue troublée et sinueuse sur de larges étendues de l'astre; elle donne alors l'impression que la couche supérieure est comparable à une mer agitée, et elle décèle ainsi ce que j'ai appelé les grandes vagues de l'atmosphère supérieure.

La raie K_3 est aussi particulièrement intéressante dans les filaments, qui offrent en général des déplacements radiaux plus grands que les parties voisines. Parfois la raie est dédoublée ou encore nettement et fortement inclinée dans le même sens sur une grande longueur du filament, les apparences étant alors celles d'un long tourbillon à axe horizontal, parallèle à la surface. C'est ainsi que j'ai pu rapprocher les filaments des couloirs de grains de nos orages, qui offrent des mouvements analogues, attribués aussi à des tourbillons horizontaux.

Cependant ces grands déplacements immédiatement visibles ne sont pas permanents; le filament a, comme la tache, des périodes d'agitation et de calme relatif. Même les périodes de calme sont, en général, plus longues, et le déplacement, pour être décelé sûrement, exige alors une mesure précise au microscope.

Ces mesures sont malheureusement longues et pénibles, car elles sont par elles-mêmes délicates, et doivent porter non seulement sur le point précis du filament, mais sur les points voisins de la même section à une certaine distance. Même sur certaines épreuves, tous les points sont intéressants, et le relevé, pour être complet, devrait s'appliquer à la surface entière. Or, toutes les sections d'une même épreuve, mises bout à bout, ont une longueur totale de 18 mètres; et si l'on admet une mesure en moyenne par millimètre, le nombre total des pointés est énorme.

Le personnel de l'Observatoire, déjà insuffisant pour les recherches actuellement engagées, ne peut entreprendre un pareil travail. Il faut se

(¹) *Comptes rendus*, 1908, t. CXLVII, p. 334. Cette première Note décrit seulement en réalité les grands mouvements, les perturbations des filaments.

borner, et j'ai relevé seulement les vitesses autour des taches et filaments avec l'aide de Burson et aussi en partie de d'Azambuja. Je donne ici seulement les premiers résultats obtenus sur les filaments en période de repos relatif.

Les mouvements des gaz solaires, comme ceux de notre atmosphère, se divisent naturellement en mouvements parallèles à la surface ou horizontaux, et en mouvements verticaux, les premiers étant liés principalement aux grands courants entre l'équateur et les pôles. Mais, dans le cas général, le spectrographe ne permet pas de séparer les deux mouvements. Aussi, comme je désirais relever surtout les mouvements verticaux, j'ai étudié seulement les filaments qui apparaissent au centre du disque, ou sur le méridien central à une faible distance du centre. Le déplacement mesuré se rapporte alors aux seules vitesses verticales.

Or, neuf fois sur dix, dans ces conditions, sur les filaments de septembre 1908 à juin 1909, la raie K_3 offre un déplacement faible mais net vers le violet, comme le montre la figure ci-contre, qui reproduit les mesures

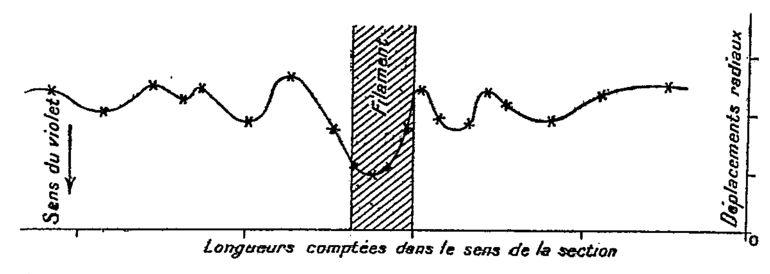


Fig. 1. — Courbe des vitesses radiales mesurées le long d'une section qui contient un filament.

faites le long d'une section, et représente le type moyen des déplacements observés. La partie hachée correspond au filament; et la vitesse de rapprochement, d'après ces premières mesures, est variable et comprise entre 200^m et 2500^m par seconde (¹).

La vapeur s'élève nettement à l'emplacement du filament et, à une certaine distance, redescend un peu de chaque côté, tel est le fait expérimental. De plus, le sens du mouvement est contraire à celui que suppose la théorie émise en novembre dernier.

Une autre objection se présente : dans le second semestre de 1908, les

(¹) Le filament noir ne correspond pas toujours à la partie la plus basse de la courbe; et cette courbe, variable d'une section à la suivante, est généralement plus régulière au milieu du filament qu'à ses extrémités. Le sens de la vitesse radiale dans les filaments conduit à penser qu'ils peuvent avoir une action directe sur le magnétisme terrestre.

filaments et aussi les taches ont été nombreux, mais, en mai et juin 1909, les taches manquent ou sont très petites, alors que les filaments sont au contraire très développés. Le lien supposé entre les taches et les filaments ne semble plus vérifié. La théorie présentée paraît en défaut.

Il convient cependant, à notre avis, de la conserver encore, mais modifiée. On peut, en effet, l'élargir de manière à comprendre les faits précédents, et aussi les résultats remarquables reconnus récemment par Evershed sur les mouvements dans la pénombre des taches, mouvements relevés dans les couches basses et ensuite dans la couche supérieure K_3 (1).

J'ai été maintenu dans cet ordre d'idées par l'étude des tourbillons liquides cellulaires de Benard qui constituent un résultat de première importance sur les mouvements dans les fluides. Le réseau plus ou moins hexagonal de Benard peut en effet être rapproché du réseau de filaments et d'alignements reconnu dans le Soleil. La similitude est plus grande avec les phénomènes des liquides très volatils, plus voisins des gaz. Le liquide est chauffé par le bas, comme l'atmosphère terrestre, et, dans les deux cas, les courants de convection formés ont naturellement le même sens. Dans l'atmosphère solaire, étudiée surtout dans ses parties hautes, la rotation est au contraire inverse; mais cette différence est ainsi explicable. Dans la célèbre expérience de Benard, au courant de convection observé dans le liquide correspond dans l'air, au-dessus, un autre courant ayant les mêmes limites, mais évidemment de sens contraire. Il suffit de supposer, dans les couches superposées du Soleil, des courants de convection également superposés, qui sont reliés ensemble comme les deux roues d'un engrenage, et tournent en sens opposé. D'autre part, les mouvements d'ascension et de descente seraient indiqués par les taches et filaments seulement lorsqu'ils sont concentrés sur un petit espace, ce qui expliquerait l'indépendance des taches et filaments, et la présence des filaments aux pôles où manquent les taches.

De toute façon ces premiers résultats montrent l'utilité des épreuves de vitesse radiale. Il conviendra de poursuivre leur relevé sur le disque entier, pour étudier dans leur ensemble les courants de convection, les vagues atmosphériques, les courants entre le pôle et l'équateur, et la rotation des divers parallèles.

---

(1) *Kodaïkanal Observatory*, Bulletin n° 15, p. 66, et *The Observatory*, 1909, p. 291. Dans la couche basse de la pénombre, les vapeurs s'éloignent du centre de la tache et s'en rapprochent dans la couche haute.

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination des déplacements de l'axe de rotation des lunettes méridiennes.* Note de M. **Maurice Hamy.**

La formule ordinaire de réduction des observations méridiennes s'établit en supposant que l'axe de rotation de la lunette conserve une orientation invariable, quand on la fait tourner pour l'amener d'une direction dans une autre. Cette condition n'étant pas de celles qui peuvent être réalisées mécaniquement à coup sûr, il importe d'étudier les déplacements de cet axe et d'en tenir compte dans les recherches précises.

Diverses méthodes ont été proposées pour atteindre ce but (¹). Mais aucune n'est aussi expéditive ni aussi susceptible de précision que celle dont l'exposition fait l'objet de la Note présente.

Cette méthode, imaginée en vue d'étudier le mouvement de l'axe du cercle méridien du jardin, à l'Observatoire de Paris, est fondée sur le théorème suivant, facile à établir par des considérations de géométrie analytique :

Je considère un faisceau de lumière parallèle qui subit des réflexions multiples sur deux miroirs faiblement inclinés l'un sur l'autre et à peu près perpendiculaires à un plan P. Projetons, sur ce plan, les normales aux miroirs et les faisceaux réfléchis, un même nombre de fois, par chacun de ces miroirs. On démontre que la projection du faisceau primitif fait, avec la projection du faisceau réfléchi d'ordre p, un angle égal à $2p$ fois l'angle des projections des normales, en négligeant des quantités du troisième ordre par rapport à l'angle de ces faisceaux et par rapport à leur inclinaison sur le plan P.

Au point de vue pratique, si les angles en question ne dépassent pas une dizaine de minutes d'arc, les quantités négligées, vu leur faiblesse, sont absolument inaccessibles à l'observation.

Voici une conséquence de cette proposition :

Recevons les faisceaux dans une lunette et mesurons la distance de l'image directe à l'image réfléchie d'ordre p, avec un fil mobile perpendiculaire à la trace du plan P sur le plan du micromètre. Si l'angle des projections des normales, sur le plan P, vient à varier de ε, la distance des projections des deux images considérées, sur la trace du plan P, fournie par le micromètre, accusera une variation égale à $2p\varepsilon$ (en tenant compte de la valeur du tour

(¹) Voir, à ce sujet, l'excellent Ouvrage, publié récemment par M. F. Boquet, *Les observations méridiennes,* t. II, p. 148; Paris, Doin et fils.

de vis). En divisant cette variation par $2p$, on obtiendra la variation de l'angle des projections des normales avec une précision $2p$ fois plus grande que si, par un moyen quelconque, on avait mesuré directement l'angle de ces projections.

L'application de ces considérations à l'étude des déplacements de l'axe de rotation des lunettes méridiennes peut se faire en employant le dispositif suivant :

Sur l'un des piliers de la lunette, je fixe dans une mâchoire, un tube qui passe à travers le tourillon voisin, sans le toucher, et se prolonge jusqu'au centre du cube de l'instrument. L'extrémité de ce tube, la plus rapprochée de la mâchoire, est fermée par un diaphragme percé au centre d'un petit trou éclairé, par projection, avec un filament de lampe à incandescence. L'autre extrémité du tube porte une petite glace G_1, à faces planes, sensiblement parallèle au méridien, et un objectif O_1, placé entre le diaphragme et la glace, ayant son foyer sur le diaphragme. La face extérieure de la glace G_1 est d'ailleurs recouverte d'une couche d'argenture transparente dont le rôle sera expliqué plus loin. Ce système optique, complètement indépendant du cercle méridien, reste immuable quand on fait tourner ce cercle autour de son axe.

En regard de la glace G_1, est disposée une seconde glace G_2, également recouverte d'une couche d'argenture transparente, fixée invariablement à une forte cloison métallique, parallèle au méridien, vissée au centre de l'instrument, dans les parois du cube. Cette glace est suivie d'un petit objectif O_2 dont le foyer tombe sur l'axe et en dehors du second tourillon. En ce point, on dispose un petit micromètre, chaussé dans ce tourillon, de telle sorte que l'axe de sa vis soit parallèle à l'axe optique de la lunette méridienne.

Pratiquement, l'objectif et le micromètre, dont il vient d'être question, n'ont nullement besoin d'être montés d'une façon absolument stable.

Pour fixer les idées dans ce qui va suivre, on supposera la mâchoire, portant la glace G_1, installée sur le pilier Est de l'instrument, le petit micromètre fixé au tourillon Ouest et la tête de vis de ce micromètre tournée du côté de l'oculaire du cercle méridien. De plus, on admettra que ce cercle est dans la position inverse, c'est-à-dire que la tête de vis de son micromètre est placée du côté Ouest.

On observe, dans l'oculaire du petit micromètre, une série d'images du diaphragme, provenant des réflexions multiples des rayons sur les glaces G_1 et G_2. Pointons, avec le fil mobile de ce micromètre, l'image de rang p et retranchons de la lecture faite au tambour, celle qui correspond au pointé de l'image de rang 1 (la plus brillante). La différence, divisée par $2p$ et réduite en secondes d'arc, donne la valeur de la projection de l'angle des normales aux faces réfléchissantes des glaces, sur le plan P, perpendiculaire au méridien, contenant l'axe optique de la lunette. Nous désignerons par

la lettre l, affectée d'un indice convenable, cette projection ainsi déterminée.

Si l'axe de rotation du cercle méridien conservait une orientation invariable, quand on le fait tourner, la direction de la normale à la glace G_1 décrirait un cône de révolution autour de la direction de la normale à la glace G_2. La projection l, correspondant au calage du cercle méridien pour la déclinaison D, pourrait, en conséquence, s'exprimer par la formule

$$l = A \sin D + B \cos D,$$

où A et B sont des constantes, puisque la trace, sur le plan du petit micromètre, de la droite menée par le centre optique de l'objectif O_2, parallèlement à la direction de la normale à la face réfléchissante de la glace G_1, décrirait une circonférence autour de la trace de la droite menée, par ce même centre optique, parallèlement à la normale à la face réfléchissante de la glace G_2. Mais si, par suite des irrégularités des tourillons et de la flexion latérale de l'axe de rotation, l'inclinaison de l'axe optique de l'instrument sur le méridien varie de ε, la projection de l'angle des normales aux glaces G_1, G_2, sur le plan P, variera de la même quantité et l'on aura

$$(1) \qquad l = A \sin D + B \cos D + \varepsilon,$$

ε étant considéré comme positif, de même que la collimation, lorsque l'objectif du cercle est dévié vers l'Est.

Dans l'hypothèse où nous nous plaçons, la formule de réduction des observations méridiennes peut encore être appliquée, à condition d'affecter la collimation d'une nutation, ε, fonction de la déclinaison. La collimation instantanée, pour le calage correspondant à la déclinaison D, peut être représentée par $c_0 + \varepsilon$, c_0 désignant une constante. Il y a lieu, d'ailleurs, en vue de simplifier les raisonnements, de regarder c_0 comme la collimation instantanée pour une certaine déclinaison D_0; l'ε correspondant étant par suite nul.

Cela posé, m_0, n_0 désignant les constantes instrumentales, t le temps sidéral du passage d'un astre de déclinaison D au fil moyen, x l'aberration diurne, la formule de réduction s'écrit

$$\mathcal{R} = t + m_0 + n_0 \operatorname{tang} D + (c_0 - x + \varepsilon) \operatorname{séc} D,$$

où

$$\mathcal{R} = t + m + n \operatorname{tang} D + (c - x) \operatorname{séc} D,$$

en tenant compte de la formule (1) et posant

$$(2)\qquad \begin{cases} c = c_0 + l, \\ m = m_0 - B, \\ n = n_0 - A. \end{cases}$$

Voici comment ces paramètres peuvent être déterminés par l'observation.

Détermination de c. — Observons, avec la lunette méridienne, deux collimateurs opposés, dont les axes optiques ont été mis en coïncidence.

Appelons L_1 la lecture faite au micromètre de la lunette, sur l'image fournie par un de ces collimateurs, dont les rayons sont supposés avoir la déclinaison D_1; soit V_0 la lecture, faite au même micromètre, correspondant au fil idéal de collimation nulle, lorsque la lunette est calée dans la direction de déclinaison D_0, pour laquelle la collimation instantanée a la valeur c_0; représentons, d'autre part, par V_m la lecture du micromètre lorsque le fil mobile est en coïncidence avec le fil moyen. Nous supposerons, dans ce qui suit, que L_1, V_0, V_m sont corrigés du tour de vis.

Désignons par α l'angle que feraient les rayons du collimateur, avec l'axe optique de collimation nulle, si l'axe de rotation du cercle conservait une orientation invariable. L'objectif du cercle se déplaçant en réalité, vers l'Est, d'un angle ε_1, défini par l'équation (1)

$$l_1 = A \sin D_1 + B \cos D_1 + \varepsilon_1,$$

on a

$$L_1 = V_0 + \alpha - \varepsilon_1.$$

Tournant le cercle de 180° et pointant le second collimateur, on a de même

$$L_2 = V_0 - \alpha - \varepsilon_2,$$

ε_2 étant défini par la relation

$$l_2 = -A \sin D_1 - B \cos D_1 + \varepsilon_2.$$

On a, d'autre part,

$$c_0 = V_m - V_0,$$
$$c = c_0 + l.$$

De ces six équations on tire

$$c = V_m - \frac{L_1 + L_2}{2} + l - \frac{l_1 + l_2}{2},$$

dont le second membre est entièrement fourni par l'observation.

Détermination de n. — La constante n se détermine en observant des polaires, exactement de la même manière que lorsque l'axe du cercle conserve une direction fixe.

Détermination de m. — En appelant β l'inclinaison de l'axe de rotation instantanée, lorsque la lunette est calée dans la direction qui correspond à la déclinaison D_0, on a

$$\beta = m_0 \cos\varphi + n_0 \sin\varphi,$$

φ désignant la latitude.

Observons le nadir et affectons de l'indice N les lectures micrométriques faites dans cette direction. La lecture L_N, faite au micromètre du cercle, a pour valeur

$$L_N = V_0 + \beta - \varepsilon_N,$$

ε_N étant défini par l'équation (1) qui donne

$$l_N = -A \sin\varphi - B \cos\varphi + \varepsilon_N.$$

Les équations écrites, pour déterminer c, donnant

$$V_0 = \frac{L_1 + L_2}{2} + \frac{l_1 + l_2}{2},$$

on déduit de là

$$L_N = \frac{L_1 + L_2}{2} - l_N + \frac{l_1 + l_2}{2} + (m_0 - B)\cos\varphi + (n_0 - A)\sin\varphi.$$

Tenant compte des relations (2), il vient

$$m \cos\varphi + n \sin\varphi = L_N - \frac{L_1 + L_2}{2} + l_N - \frac{l_1 + l_2}{2}.$$

C'est cette équation, où tout est connu, qui fournira la valeur de m.

Au point de vue pratique, il y a lieu de disposer la glace G_1, aussi exactement que possible, dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation du cercle, afin que la correction $l - \frac{l_1 + l_2}{2}$, qui figure dans l'expression de c et dans celle de $m\cos\varphi + n\sin\varphi$, soit petite.

Il n'y a, du reste, aucun inconvénient à ajouter à cette correction une expression de la forme $\lambda \cos D + \mu \sin D$, où λ et μ sont des constantes.

Cette addition a simplement pour effet de modifier m et n, qui se changent respectivement en $m - \lambda$ et $n - \mu$.

Si l'on peut déterminer λ et μ de telle sorte que la somme

$$l - \frac{l_1 + l_2}{2} + \lambda \cos D + \mu \sin D$$

soit négligeable, pour toutes les déclinaisons, on sera en droit de conclure que l'effet global des irrégularités des tourillons et de la flexion latérale est insensible.

AGRONOMIE. — *Le ralentissement de l'assimilation végétale pendant les temps couverts.* Note de MM. **A. Müntz** et **H. Gaudechon.**

Le temps couvert, pluvieux et froid qui règne depuis plusieurs semaines cause à l'Agriculture de grands préjudices, pour des raisons diverses. Celle qui a les plus graves conséquences consiste dans le ralentissement de l'élaboration de la matière carbonée constituant la principale masse des produits des récoltes.

L'assimilation du carbone est intimement liée à la radiation solaire, sous l'influence de laquelle l'acide carbonique aérien fournit les matériaux des tissus végétaux, en particulier les sucres, l'amidon, la cellulose. On comprend que lorsque l'intensité de cette radiation diminue, il y ait une diminution correspondante dans la formation de la matière végétale.

Pour évaluer le tort qui peut être porté aux cultures par le manque de soleil, nous avons établi, pendant cet été, une série de recherches, qui ont surtout porté sur le blé, en déterminant le rapport, dans une atmosphère d'acide carbonique à faible pression, entre les quantités d'oxygène dégagées par les feuilles, suivant que le ciel est clair, plus ou moins couvert, ou encore chargé de nuages épais. Cet oxygène sert directement de mesure au carbone assimilé par la plante.

Comme on devait s'y attendre, les différences sont grandes ; aux mêmes heures de la journée, et rapportées à l'unité de temps et de surface végétative, les feuilles de blé ont dégagé :

	Oxygène par mètre carré et par heure.		
	cm³		cm³
Par temps clair, ensoleillé	518	à	938
Par soleil légèrement voilé	251	à	581
Par ciel couvert	150	à	171
Par temps sombre, pluvieux	73	à	159

On voit que, pendant l'insolation directe, les quantités de carbone fixées par la végétation sont en moyenne cinq fois plus fortes que pendant les temps sombres et pluvieux. Notre culture de blé, très vigoureuse, présentait à l'hectare une surface de feuilles de 36000^{m^2} (1). Si nous admettons comme base une production de grain de 2500^{kg} à l'hectare, et si nous considérons la période de végétation véritablement active comme étant de 100 jours, ce qui est très approché de la vérité, nous pouvons calculer quel préjudice cause, à la formation des principes constituants des plantes, la prédominance des journées à ciel nuageux.

Par journée de soleil, l'hectare de blé assimile, d'après nos données, assez de carbone pour former :

22^{kg} d'amidon, représentant 33^{kg} de grain de blé.

Par journée de temps couvert, sombre, il n'en assimile qu'une quantité pouvant former :

$4^{kg},7$ d'amidon, représentant 7^{kg} de grain de blé.

Toutes choses égales d'ailleurs, dans un mois qui a 10 jours de temps couvert et 20 jours de soleil, l'assimilation du carbone sera telle qu'elle suffira à la production de 720^{kg} de grain.

Dans un mois qui a 20 jours de temps couvert et 10 jours de soleil, elle sera telle qu'elle ne suffira qu'à la production de 472^{kg} de grain.

Il y a donc déficit dans le rendement, ou tout au moins retard considérable dans la maturation, par suite de l'abaissement de l'assimilation du carbone pendant les temps couverts, quand la durée de ceux-ci se prolonge.

Le grand nombre de journées sans soleil pendant le mois de juin et la première moitié de juillet de cette année n'a donc pas permis une élaboration normale des matériaux qui constituent les récoltes et aura une répercussion sur la production de toutes les cultures, par la diminution de l'activité chlorophyllienne.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la détermination de l'origine bovine ou humaine des bacilles de Koch isolés des lésions tuberculeuses de l'homme.* Note de MM. **A. Calmette** et **C. Guérin**.

Dans une précédente Note (2) nous avons attiré l'attention sur la propriété que possèdent les bacilles tuberculeux d'origine *bovine* de cultiver en

(1) En ne comptant qu'une des faces de la feuille.

(2) *Comptes rendus*, 28 décembre 1908.

présence de bile de bœuf glycérinée à 5 pour 100, suivant une technique que nous avons fait connaître. Nous indiquions en même temps que les bacilles tuberculeux d'origine humaine ou aviaire se refusaient à cultiver sur un tel milieu, tandis qu'ils se développent très bien respectivement sur bile humaine et sur bile de poule. Nous avons récemment vérifié l'exactitude de ces faits, en étudiant quatre nouveaux échantillons de bacilles humains, dont deux d'origine américaine (provenant du laboratoire de M. Trudeau au Sanatorium de *Saranac-lake*), un isolé par nous-mêmes d'un glanglion du cou, chez un enfant de 8 ans, et le quatrième fourni par M. Borrel.

Aucun de ces bacilles n'a donné de culture sur pommes de terre imprégnées de bile bovine, tandis qu'ils ont poussé sur bile humaine.

Par contre, un cinquième échantillon isolé à l'hôpital Pasteur par M. Salimbeni, de la rate d'un enfant, Raymond P., qui avait succombé à une tuberculose miliaire aiguë à l'âge de cinq mois, s'est développé d'emblée sur bile de bœuf. Supposant que, dans ce cas, il s'agissait peut-être d'une infection d'origine bovine, nous avons appliqué à l'étude de ce microbe un autre procédé de différenciation, dont nous avions déjà éprouvé à plusieurs reprises la sensibilité ([1]) et qui consiste à introduire sans effraction de tissus, au moyen d'un tube trayeur, une petite quantité de culture récente de tuberculose (sur pomme de terre glycérinée) dans la mamelle de chèvres venant de mettre bas. Dans de telles conditions, les cultures d'origine *bovine* produisent toujours une mammite grave amenant rapidement la cachexie et la mort de l'animal, tandis que les cultures d'origine *humaine* produisent une mammite bénigne et une infection qui reste latente pendant des mois et même des années, dans les ganglions rétro-mammaires correspondants. Voici la relation de nos expériences :

Deux chèvres ayant eu leurs petits à trois jours d'intervalle reçoivent, trois jours après la mise bas, dans la mamelle gauche, l'une 2^{cg} de la culture isolée de la rate de l'enfant par M. *Salimbeni* (sur pomme de terre glycérinée), l'autre 2^{cg} de culture de tuberculose humaine provenant des crachats d'une infirmière phtisique du Sanatorium de Saranac-lake. Dans les deux cas, on a injecté 2^{cm^3} d'émulsion très finement effectuée au mortier d'agate avec de l'eau physiologique.

La première chèvre, inoculée le 7 mars 1909 et séparée de son petit pendant 15 heures, présente déjà, six jours plus tard, une mammite intense; la douleur est bientôt telle qu'elle refuse de laisser son petit téter la mamelle gauche. Le 1er avril, celle-ci est indurée en masse : elle forme un bloc bosselé, rouge et luisant. Le 1er mai, l'ani-

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, octobre 1905.

mal a beaucoup maigri et s'alimente péniblement. On le sacrifie le 15 mai, *in extremis.*

A l'autopsie, on trouve la mamelle droite indemne; la gauche n'est qu'une vaste masse de tissu fibreux contenant d'énormes lésions caséifiées. Les ganglions rétro-mammaires, gros comme un petit œuf de poule, sont également farcis de tubercules en voie de ramollissement. Les ganglions sous-lombaires sont volumineux, mais sans lésions macroscopiquement visibles. Les viscères de la cavité abdominale sont indemnes. A la surface des deux poumons, on trouve sept tubercules gros comme des pois, à centre caséifié, et les ganglions bronchiques et médiastinaux montrent sur les coupes des petits tubercules caséeux.

Le jeune chevreau, né de cette mère et resté chétif, est tué à l'âge de 4 mois. Dans un ganglion mésentérique, on trouve une lésion *calcifiée* de la grosseur d'un grain de blé, et une autre lésion également calcifiée, plus petite. L'examen microscopique y décèle des bacilles en petit nombre. Les organes thoraciques et abdominaux sont sains.

La seconde chèvre, inoculée le 13 mars, est également séparée de ses deux chevreaux pendant 15 heures. Sa mamelle conserve toute sa souplesse et continue à fournir du lait d'apparence normale. Les ganglions rétro-mammaires s'indurent et, le 1er avril, ils ont le volume d'une grosse amande. Le 1er mai, ils ont beaucoup diminué et il ne reste presque plus d'induration.

Les deux chevreaux grandissent normalement. L'un est sacrifié le 9 juillet. A l'autopsie, on trouve, sur les coupes d'un petit ganglion mésentérique d'aspect normal, un petit tubercule calcifié gros comme une tête d'épingle. Tous les autres organes sont parfaitement sains.

L'expérimentation par la méthode d'inoculation intra-mammaire chez la chèvre atteste l'origine *bovine* du bacille tuberculeux isolé par M. Salimbeni de la rate de l'enfant Raymond P.

Voici maintenant les renseignements cliniques et nécropsiques, que M. Salimbeni a bien voulu nous communiquer au sujet de cet enfant :

Raymond P., âgé de 5 mois, *nourri au biberon*, né de père et mère bien portants, entre à l'hôpital Pasteur le 19 février 1908 avec le diagnostic *entérite*. L'enfant vomit tout ce qu'il prend et a une diarrhée verte abondante avec fièvre oscillant entre 38° et 40°,1. Il meurt le 27 février. A l'autopsie, on trouve les poumons congestionnés et parsemés de fines granulations dans toute leur étendue; les ganglions du hile sont caséifiés. Au niveau du lobe moyen droit, gros foyer de broncho-pneumonie caséeuse. Rate légèrement augmentée de volume; la pulpe dure, noirâtre, est parsemée d'un nombre infini de petits tubercules en partie caséifiés. Cette pulpe, ensemencée sur pomme de terre glycérinée, a fourni d'emblée une culture pure. Foie gros, contenant quelques rares tubercules.

La muqueuse de l'intestin grêle est pâle, les plaques de Peyer sont légèrement augmentées de volume, gaufrées. Sur quelques-unes d'entre elles, on note de petits nodules grisâtres non caséifiés, ni indurés.

Les ganglions mésentériques sont gros. Plusieurs contiennent des nodules grisâtres caséeux.

Diagnostic : *Tuberculose miliaire aiguë.*

Il s'agit donc là presque sûrement d'une infection primitivement intestinale et résultant de l'ingestion du lait tuberculeux.

Le diagnostic de l'origine bovine du bacille isolé de la rate de l'enfant R. P. s'impose :

1° En raison de la virulence de ce bacille pour la chèvre inoculée par voie intra-mammaire;

2° Parce que ce même bacille s'est montré aisément cultivable sur *bile de bœuf.*

Nous croyons utile de signaler de nouveau aux cliniciens et aux expérimentateurs l'intérêt que présentent les méthodes ci-dessus décrites pour la détermination de la provenance des bacilles tuberculeux. Leur emploi permet de préciser, mieux qu'on n'a pu le faire jusqu'ici, la fréquence relative chez l'homme des infections tuberculeuses d'origine bovine ou humaine.

M. G. **Bigourdan** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Les étoiles variables* et de la traduction allemande d'une partie de ce travail, publiée par la *Marine-Rundschau.*

CORRESPONDANCE.

MM. **Adrien Bernard**, **L. Blaringhem**, **E. Estanave**, **Houard**, **E. Mathias** adressent des remercîments pour la subvention que l'Académie leur a accordée sur le fonds Bonaparte en 1909.

MM. **P. Duhem**, **Léon Bertrand**, **A. Borrelly**, **Ch. Doyère**, **F. Gonnard**, **L. Lecornu**, **E. Mercadier**, **C. Tissot**, **Léon Teisserenc de Bort** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *De l'origine des contrastes de teintes et des dénivellations brusques qui se rencontrent sur la Lune.* Note de M. P. **Puiseux**, présentée par M. B. Baillaud.

Dans une récente Communication, faite à propos du onzième fascicule de l'Atlas de la Lune, nous avons signalé diverses particularités d'où il résulte qu'on ne saurait considérer la Lune comme possédant un revêtement général de neige ou de glace. Des raisons analogues doivent faire exclure l'hypothèse d'après laquelle les taches sombres seraient autant de dépôts de matière cosmique qui auraient partiellement recouvert ou souillé le manteau de glace. Cette origine, en effet, ne répond nullement à la localisation actuelle. Les chutes de météores n'ont aucune raison d'épargner les points élevés, comme le font presque invariablement les taches sombres. Les agents d'élimination qui, sur notre globe, entraînent la poussière cosmique à la mer ou l'incorporent au sol paraissent être totalement inactifs sur la Lune. Une contribution externe assez abondante pour former les taches sombres aurait abouti à une distribution bien plus uniforme.

Limiter le revêtement de glace aux taches blanches actuelles n'est pas non plus une solution acceptable, car nous devrions alors voir la glace manifester une préférence non douteuse pour les hautes latitudes, pour les massifs montagneux les plus élevés, pour les versants tournés à l'opposé de l'équateur et pour les plaines situées au pied de ceux-ci. De plus, les limites des taches blanches devraient varier dans un sens facile à prévoir sous l'influence des fortes oscillations de température auxquelles la surface lunaire est certainement soumise. Or, des changements d'étendue n'ont été signalés que dans des cas exceptionnels, sur des auréoles diffuses comme celles de Linné, et il semble bien qu'on puisse les révoquer en doute ou les expliquer comme un phénomène subjectif, lié à l'appréciation des contrastes.

En somme, les taches claires représentent un élément actif et envahisseur. Leur plus grande intensité se présente au voisinage d'un petit nombre d'orifices saillants. Elle se maintient presque entière tant qu'on demeure sur un plateau, mais elle est sujette à faiblir brusquement quand on atteint la limite d'une mer, à se relever dès que des veines ou des intumescences apparaissent. Les teintes sombres, au contraire, se comportent d'une manière passive. Elles désignent les régions demeurées réfractaires à l'envahissement, presque toujours caractérisées par une altitude faible et par l'absence d'accidents du sol. Que le bassin soit petit ou grand, la partie centrale n'accuse pas de recrudescence de la teinte sombre. Celle-ci atteint son maximum d'intensité vers la frontière, dans une zone périphérique et plus spéciale-

ment dans les parties de cette zone que borde un front montagneux très élevé. Il est d'ailleurs peu de mers que le jeu des ombres ne désigne, au terminateur, comme légèrement renflées vers le centre et déprimées vers les bords. Une convexité sensible du centre caractérise aussi beaucoup de grands cirques à fond plat, comme Schickhard, Mersenne, Grimaldi, Hévélius (*Pl. LXII*), Alphonse (*Pl. LXIV*).

Le rapprochement des régions qui présentent des dénivellations extrêmes, dans deux sens opposés, est trop fréquent pour ne pas correspondre à une nécessité mécanique. L'écorce lunaire a dû, à une certaine époque, se diviser en fragments étendus, protégés contre un émiettement plus complet par leur épaisseur de plusieurs kilomètres et la cohésion de leurs matériaux. La résistance opposée par cette cuirasse à la propagation des marées d'origine terrestre a déterminé des mouvements de bascule et de fortes pressions latérales. Parfois deux fragments contigus se sont disjoints, donnant naissance à une vallée rectiligne aux flancs abrupts, comme celles des Alpes, de Rheita, d'Herschel, de Bode (*Pl. LXIV*).

Il est arrivé plus souvent que les bords en contact se sont brisés et redressés, faisant ainsi apparaître une bande montagneuse, comme le Caucase ou les monts Riphée. Ailleurs un îlot, soulevé sur une de ses rives et contraint à faire plonger sa rive opposée, s'est engagé sous le compartiment voisin, créant ainsi une différence de niveau brusque égale à toute l'épaisseur de la croûte.

En pareil cas, l'isostase oblige les deux écailles imbriquées à s'écarter du niveau moyen dans des sens contraires. Le fragment inférieur, mis en contact avec des couches plus chaudes, s'échauffe et se dilate. Comme sa dilatation n'est pas libre dans le sens horizontal, il tend à se déformer et à prendre une figure convexe. Mellard Reade a signalé les traces d'une évolution semblable en divers points du globe terrestre. Il semble qu'elle se soit manifestée sur notre satellite d'une manière plus générale et plus durable, car parmi les bassins déprimés de la Lune, cirques ou mers, où la croûte a gardé sa cohésion, il en est peu qui ne montrent un bombement central.

La dilatation, d'autant plus grande qu'elle succède à un affaissement plus marqué dans le sens vertical, n'est qu'un phénomène passager. Avec le temps, le refroidissement superficiel ramène l'équilibre de température. Le fond d'un cirque, par exemple, perd de sa convexité et, s'il la conserve, il cesse de repousser au dehors les parois de l'enceinte. Celles-ci, privées de soutien, tendent à s'effondrer à l'intérieur et forment ces gradins superposés que l'on distingue si bien dans Copernic ou dans Langrenus. Il peut même arriver que le cirque s'agrandisse par l'adjonction d'une zone nouvelle.

Le bourrelet d'Arzachel, dédoublé dans toute son étendue par une vallée profonde (*Pl. LXIV*), nous permet de prendre sur le fait cette transformation, et il serait facile d'en citer d'autres exemples. On en trouvera plusieurs dans le Mémoire qui paraîtra prochainement avec le onzième fascicule de l'Atlas photographique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1909 a (Borrelly-Daniel) faites à l'Observatoire de Marseille au chercheur de comètes.* Note de M. A. **Borrelly**, présentée par M. Baillaud.

Dates. 1909	T. moyen de Marseille.	ΔAR.	ΔD.	Nombre de comp.	AR appar.	Log. fac. parallaxe.	D appar.	Log. fac. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juin 21.	12.59. 9	−0.35,13	+12.35,7	5:5	1.56.29,28	−$\bar{1}$,620	53. 9. 5,2	−0,590	*a*
26.	12.16.53	+0.28,62	−26,54,4	6:6	2.12.47,07	−$\bar{1}$,733	47. 4.24,9	−0.420	*b*
Juill. 8.	11.15.19	−0.35,24	− 1.35,6	5:5	2.59.19,91	−$\bar{1}$,759	35.36. 3,6	−$\bar{1}$,209	*c*
13.	13.49.58	+1.10,09	+ 9.16,7	5:5	3.22.14,47	−$\bar{1}$,915	31.54.28,1	−0,485	*d*

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	AR moy. 1909,0.	Réd. au jour.	D moy. 1909,0.	Réd. au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.	8,6	1.57. 4,82	−0,41	52.56.22,1	+7,4	940 Lund.
b.	7,3	2.12.18,84	−0,39	47.31.11,3	+8,0	1958 Bonn.
c.	8,7	2.59.55,56	−0,41	35.37.30,5	+8,7	1376 Cambridge (U. S.).
d.	9,5	3.21. 4,81	−0,43	31.45. 2,6	+8,8	3005 Helsingfors-Gotha.

L'éclat de la comète a diminué d'une manière sensible le 26 juin. Le 8 juillet la comète est faible, le 13 juillet la comète est faible, assez étendue, 1′ de diamètre.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1909 a (Borrelly-Daniel) faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* 0^m, 26 *d'ouverture).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1909.	T. moyen de Marseille.	ΔAR.	ΔD.	Nombre de comp.	AR appar.	Log. fac. parallaxe.	D appar.	Log. fac. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juin 18.	14.14.54	+2. 8,44	+3. 9,3	15:10	1.47.40,47	−$\bar{1}$,708	57. 6.57,1	−0,687	1
20.	13.47.30	+0.27,61	+0. 3,8	12: 6	1.53.31,39	−$\bar{1}$,722	54.25.23,0	−0,674	2
24.	14. 1.16	+2.15,74	−9.36,8	15:10	2. 6.14,30	−$\bar{1}$,753	49.20.30,9	−0,652	3
25.	12.46.19	+2.53,54	−3.57,0	15:10	2. 9.24,71	−$\bar{1}$,741	48.12.59,2	−0,509	4

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moy. 1909,0.	Réd. au jour.	℗ moy. 1909,0.	Réd. au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.	9	1.45.32,44	−0,41	57. 3.40,8	+7,0	687 Leyde.
2.	9	1.53. 4,19	−0,41	54.25.12,0	+7,2	904 AG Lund.
3.	8,9	2. 3.58,95	−0,39	49.29.59,9	+7,8	1837 AG Bonn.
4.	8	2. 6.31,55	−0,38	48.16.48,2	+8,0	1874 AG Bonn.

ANALYSE. — *Sur les systèmes d'équations différentielles.* Note de M. EDMOND MAILLET, présentée par M. Jordan.

Il s'agit de quelques propriétés inspirées en partie d'idées et de méthodes de M. H. Poincaré, et aussi un peu de M. Liapounoff.

Soit le système réel [1]

$$(1)\qquad \begin{cases} \theta_i \dfrac{dx_i}{dt} = X_i(x_1, \ldots, x_n, \mu, t) \\ (i = 1, 2, \ldots, n;\ \theta_1 = \ldots = \theta_m = 1;\ \theta_{m+1} = \ldots = \theta_n = 0;\ m \geqq 1). \end{cases}$$

Par hypothèse, X_i s'annule pour $x_1 = \ldots = x_n = \mu = 0$, et est, quel que soit t, pour $|x_1|, \ldots, |x_n|, |\mu|$ assez petits, une série absolument convergente procédant suivant les puissances croissantes de $x_1, \ldots, x_n, \mu$, dont les coefficients sont fonctions de t et restent limités en valeur absolue quel que soit $t \geqq 0$; cette série est de la forme

$$X_i = C_{1i}x_1 + \ldots + C_{ni}x_n + \mu F_i(t, \mu) + \varphi_i,$$

où les C_{ki} sont des constantes, $\mu F_i(t, \mu)$ l'ensemble des termes indépendants de $x_1, \ldots, x_n$, et φ_i l'ensemble des autres termes, du second degré au moins en $x_1, \ldots, x_n, \mu$.

J'envisage encore l'équation en γ, que j'appelle *caractéristique*, et que je suppose être *effectivement* de degré m en γ :

$$\delta = \begin{vmatrix} C_{11} - \theta_1\gamma & \ldots & C_{1n} \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ C_{n1} & \ldots & C_{nn} - \theta_n\gamma \end{vmatrix} = 0.$$

---

(1) Au lieu d'un seul paramètre μ, on pourrait aussi bien en envisager plusieurs $\mu, \mu_1, \ldots$. — Le Tome III du *Traité d'Analyse* de M. E. Picard m'a également été très utile.

I. J'admets en outre que les F_i soient nuls, c'est-à-dire que les X_i s'annulent, quel que soit μ, pour $x_1 = \ldots = x_n = 0$; alors, les solutions réelles $x_1, \ldots, x_n$ de (1), dont les valeurs initiales (pour $t = 0$) ont des modules assez petits et qui correspondent à une valeur réelle quelconque de μ de module assez petit, tendent toutes vers zéro quand t croît indéfiniment dans les cas suivants : 1° les racines de δ sont distinctes et ont toutes leur partie réelle < 0; 2° les racines de δ sont toutes réelles < 0 (¹).

II. Je suppose *au contraire* que les F_i ne soient pas tous nuls, et j'admets que les coefficients des X_i soient des fonctions périodiques de t de même période ω. En utilisant un procédé connu de M. H. Poincaré, j'obtiens ce résultat : pour chaque valeur réelle de μ de module assez petit, et pour chaque valeur entière de p supérieure à une certaine limite, le système (1) possède une solution périodique réelle de période $p\omega$, quand les racines de l'équation $\delta = 0$ ont toutes leur partie réelle < 0.

Il semblerait que les systèmes considérés au cas I, avec $F_i = 0$, dussent donner lieu aussi à l'application du procédé de M. H. Poincaré et à des solutions périodiques, quand les coefficients des X_i sont périodiques de période ω. On peut vérifier qu'il n'y a pas de contradiction avec les résultats I, car cette solution périodique se réduit à $x_1 = \ldots = x_n = 0$. Les cas I et II sont donc essentiellement distincts.

III. Tout étant posé comme au début du cas II, j'admets que les racines de $\delta = 0$ aient leur partie réelle < 0 et soient toutes distinctes ou toutes réelles, comme dans le cas I. Alors, pour chaque valeur réelle de μ de module assez petit, le système (1) a une solution périodique réelle *unique* de période ω, et toutes les solutions réelles de (1), dont les valeurs initiales ont des modules assez petits, sont asymptotiques à cette solution périodique.

Quand $\mu = 0$, la solution périodique se réduit à la solution *permanente* $x_1 = \ldots = x_n = 0$, et toutes les solutions réelles de (1) dont les valeurs initiales ont des modules assez petits tendent vers zéro.

IV. Incidemment, appelant fonction *asymptotiquement périodique* de t, de période ω, une fonction $f(t)$ limitée telle que, ε étant un nombre positif donné arbitrairement petit, $|f(t + m\omega) - f(t)| < \varepsilon$, quel que soit l'entier m, dès que t est assez grand, j'énoncerai ces deux propriétés :

1° Toute fonction réelle asymptotiquement périodique $f(t)$, de période ω,

---

(¹) Ce théorème reste vrai quand φ_i satisfait à d'autres conditions; exemple *très particulier :* l'ensemble ψ_i des termes de φ_i qui sont de degré > 1 en x_i est

$$\psi_i = x_i^2 \log x_i \qquad (x_i > 0).$$

est la somme d'une fonction périodique $\varphi(t)$ de période ω, et d'une fonction $\psi(t)$ qui tend vers o avec $\frac{1}{t}$; et réciproquement.

2° Le système linéaire réel

$$\theta_i \frac{dx_i}{dt} = C_{1i}x_1 + \ldots + C_{ni}x_n + \Phi_i$$

$$(i = 1, 2, \ldots, n;\ \theta_1 = \ldots = \theta_m = 1;\ \theta_{m+1} = \ldots = \theta_n = 0;\ m \geqq 1),$$

où les C_{ki} sont des constantes et les Φ_i des fonctions de t asymptotiquement périodiques et de même période ω, a toutes ses solutions réelles asymptotiques à l'une d'entre elles, et asymptotiquement périodiques de période ω, quand les racines de $\delta = 0$ satisfont aux conditions énoncées dans le cas I.

Tout ce qui précède fera l'objet d'un Mémoire plus développé.

PHYSIQUE. — *Sur l'existence, dans la décomposition magnétique des bandes d'absorption d'un cristal uniaxe, de dissymétries de positions observées parallèlement aux lignes de force, du champ et à l'axe optique du cristal.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

Dans une Note récente [1], j'ai signalé le résultat suivant : *Le milieu du doublet de la bande* $522^{\mu\mu},1$ (bande d'absorption du xénotime) *est, dans un champ de* 24000 *gauss, déplacé de* $0^{\mu\mu},01$ *à* $0^{\mu\mu},02$ *du côté violet.*

Jusqu'alors, des dissymétries de positions dans la décomposition magnétique des raies spectrales n'avaient été observées que pour la lumière se propageant *normalement* aux lignes de force; de semblables dissymétries n'avaient pas été constatées *longitudinalement, pour les vibrations circulaires.*

Cet effet nouveau mérite d'autant plus d'intérêt qu'il vient d'être étendu au cas de l'émission des vapeurs : M. A. Dufour [2] a retrouvé pour certaines raies d'émission du chrome et de l'oxyde de chrome la dissymétrie que j'avais indiquée pour l'absorption dans un cristal. En particulier, quelques-unes des raies citées par M. Dufour donnent précisément une dissymétrie de même sens que celle de la bande $522^{\mu\mu},1$ du xénotime [3] (déplacement vers le violet).

(1) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 5 avril 1909, p. 914.

(2) A. Dufour, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 14 juin 1909, p. 1594.

(3) Dans mon Mémoire de janvier 1908, cité par M. Dufour dans sa Note, il n'était question que des dissymétries d'*intensités;* je n'avais pas encore observé les dissymétries de positions.

M. Pierre Weiss ayant eu l'amabilité de mettre à ma disposition le gros électro-aimant qu'il a fait construire et installer au Polytechnicum de Zurich, j'ai pu étudier les dissymétries de positions avec des moyens plus puissants que ceux dont je dispose au Muséum.

Le spectrographe, monté par M. Pierre Weiss, fonctionnait par auto-collimation (réseau plan de Rowland et objectif de $1^m,50$ de distance focale). Les lames cristallines étaient disposées dans un tube de Dewar possédant une partie étroite de 4^{mm} de diamètre extérieur. Les pôles tronconiques, ayant une surface frontale de 1^{cm} et percés de trous de $1^{mm},5$ dans l'axe, étaient aussi rapprochés que possible des parois du tube à air liquide (¹).

J'ai ainsi, grâce au concours de M. Pierre Weiss, obtenu les résultats suivants :

Sous l'influence d'un champ magnétique parallèle à l'axe optique et au faisceau lumineux, la plupart des bandes du xénotime présentent une dissymétrie de positions, le milieu du doublet principal et le milieu du doublet secondaire étant tous deux décalés par rapport à la bande primitive. Les décalages peuvent avoir lieu, suivant les bandes considérées, dans les deux sens possibles, et les deux doublets, principal et secondaire, ont souvent des dissymétries différentes (²).

Le Tableau ci-dessous indique, à titre d'exemples, pour quelques bandes particulièrement remarquables, l'ordre de grandeur de la dissymétrie de positions du doublet principal. Les observations ont été faites à la température de l'air liquide. Les chiffres résultent, pour chaque bande, d'une moyenne de 40 mesures prises sur deux ou trois clichés différents. Le champ mesuré par M. Pierre Weiss était de 34000 gauss :

λ UA.......	5221	5226	5252	5452	6423	6506	6565	6581
$\Delta\lambda_v - \Delta\lambda_r$...	+0,2 à 0,3	−0,3 à 0,4	−0,35 à 0,4	+0,5	+1,2	+2	+0,3 à 0,5	−0,1 à 0,2
$\Delta\lambda_v + \Delta\lambda_r$...	7,7	5,7	4,2	0,8	11,5	»	6,6	2,8

$\Delta\lambda_v$, $\Delta\lambda_r$.... Distances de la bande primitive à ses composantes côté violet et côté rouge.

J'ai recherché la loi de variation de la dissymétrie de positions en fonction du champ. Malheureusement, dans les champs moyens (15000 gauss à 20000 gauss), bien que le phénomène soit encore nettement visible, l'erreur commise sur la quantité à mesurer est une fraction trop importante de cette quantité pour qu'on puisse donner des chiffres suffisamment appro-

(¹) L'air liquide m'a été aimablement procuré à Zurich par M. le professeur Werner.

(²) Voir *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 5 avril 1909, p. 914.

chés. Toutefois la dissymétrie m'a paru croître rapidement, quand le champ augmente, et je suis porté à croire qu'elle doit être proportionnelle au carré de l'intensité du champ.

Les bandes des cristaux possèdent, en outre, une dissymétrie d'intensités. On sait qu'à la température ordinaire ou à la température de l'air liquide, ces dissymétries présentent les deux sens possibles, mais qu'à température suffisamment basse (hydrogène solide), toutes les dissymétries ont lieu dans le même sens, la composante rejetée du côté des longueurs d'onde décroissantes étant toujours la plus intense ([1]). Les observations faites jusqu'à présent peuvent s'expliquer en supposant deux espèces de dissymétries d'intensités : l'une de sens variable, liée à la dissymétrie de positions et telle que la composante la moins déplacée soit la plus intense; l'autre essentiellement fonction de la température, renforçant toujours la composante déplacée du côté des petites longueurs d'onde. Si les deux sortes de dissymétrie ont des sens contraires, on peut quelquefois, comme je l'ai constaté, faire prédominer l'une ou l'autre, en faisant varier le champ et la température, et modifier ainsi à volonté le sens de la dissymétrie d'intensités. Je poursuis actuellement l'étude de ces phénomènes.

La dissymétrie des positions, accompagnée d'une dissymétrie des intensités, avait été prévue dans la belle théorie développée par le professeur W. Voigt ([2]).

Le parallélisme entre les résultats obtenus pour l'absorption des cristaux à température plus ou moins basse et pour l'émission des vapeurs incandescentes (expériences de M. A. Dufour) donne à tous ces effets un caractère de grande généralité qui accroît leur importance.

PHYSIQUE. — *Relation entre la biréfringence électrique des liqueurs mixtes et la biréfringence optique des constituants solides de ces liqueurs*. Note de M. **J. Chaudier**, présentée par M. E. Bouty.

Les expériences récentes de M. Meslin sur le dichroïsme magnétique des espèces minérales ([3]) ont démontré que l'anisotropie magnétique des liqueurs

---

([1]) Jean Becquerel, *Le Radium*, t. V, 1908, p. 5. — Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Le Radium*, t. V, 1908, p. 227.

([2]) W. Voigt, *Magneto- und Elektrooptik*, Chap. V, § 149, 1908, p. 258.

([3]) G. Meslin, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1179.

mixtes et la biréfringence optique des solides constituants variaient sensiblement dans le même sens.

Je me suis proposé de vérifier cette proposition pour des liqueurs mixtes semblables à celles qu'a observées M. Meslin, actives dans un champ *électrique* uniforme, et de la préciser par des mesures quantitatives.

Il est préférable, dans l'étude quantitative des liqueurs mixtes, d'employer des mesures de biréfringence beaucoup plus précises que des mesures de dichroïsme. De plus, comme je l'ai établi (¹), les liqueurs actives jouissent de la propriété de présenter une biréfringence *maximum*, lorsque le liquide ambiant possède un indice égal, à très peu près, à l'indice moyen du constituant solide (indice efficace). J'ai donc utilisé les groupements spéciaux qui fournissent une biréfringence maximum, pour comparer les biréfringences des liqueurs dérivées des diverses substances minérales, de biréfringence optique bien déterminée.

Afin d'éliminer l'influence propre du liquide associé, j'ai été amené à faire un choix et à étudier seulement les liqueurs actives présentant un maximum de biréfringence avec un *même* liquide. Des expériences qualitatives de dichroïsme électrique, effectuées dans ce but, ont montré qu'un assez grand nombre de liqueurs présentaient une égalité d'indices pour les constituants, lorsque le liquide était le sulfure de carbone; un mélange en proportions convenables de benzine et de sulfure de carbone permettait de déterminer avec précision la valeur de l'indice efficace.

Il résulte aussi de cette étude que le dichroïsme électrique diminue quand la biréfringence optique des constituants solides devient plus faible et que les espèces minérales de biréfringence optique inférieure à 0,01 ne fournissent qu'un très petit nombre de liqueurs actives.

J'ai mesuré ensuite la biréfringence maximum des liqueurs obtenues en associant au sulfure de carbone successivement les solides actifs; chaque liqueur était formée par l'association d'un même volume de sulfure de carbone et d'une quantité de substance cristalline proportionnelle à la densité de cette substance.

De nombreuses expériences m'ont permis d'établir la loi qui relie les variations de la biréfringence électrique et de la biréfringence optique. Je reproduis une des séries les plus nettes dans le Tableau suivant où les espèces minérales sont inscrites par ordre de biréfringence optique décroissante.

(¹) J. Chaudier, *Thèse de Doctorat*, Faculté des Sciences de Paris, mai 1908.

Liquide : 50cm³ de sulfure de carbone, d'indice $n = 1,626$.

Substances.	Densité.	Indices principaux.	Biréfringence optique.	Indices efficaces.	Poids en milligrammes.	Biréfringence électrique.
Mésitite [1]..	3,3	»	0,25 (?)	1,61	330	180
Giobertite...	3,1	1,72-1,51	0,21	1,60	310	160
Dolomie.....	2,9	1,68-1,50	0,18	1,61	290	150
Spath.......	2,7	1,65-1,48	0,17	1,60	270	145
Aragonite....	2,9	1,685-1,681-1,530	0,15	1,61	290	120
Muscovite....	2,8	1,61-1,61-1,57	0,04	1,59	280	40
Hornblende..	3,2	1,653-1,642-1,629	0,024	1,64	320	20
Tourmaline..	3,1	1,643-1,623	0,02	1,63	310	15
Andalousite..	3,15	1,64-1,63-1,63	0,01	1,635	315	inappréciable.

Des considérations qui précèdent et de l'examen de ce Tableau se déduisent les conséquences suivantes :

Conclusions. — 1° Le dichroïsme électrique, comme le dichroïsme magnétique, diminue quand la biréfringence optique du constituant solide devient plus faible.

2° La *biréfringence électrique maximum* des groupements étudiés est *sensiblement proportionnelle* à *la biréfringence optique* des solides constituants; elle devient inappréciable si la biréfringence optique est inférieure à 0,01.

Cette biréfringence est d'ailleurs positive pour toutes les liqueurs inscrites dans le Tableau.

3° Comme j'ai démontré [2] que, pour une même liqueur, la biréfringence électrique et la biréfringence magnétique étaient mesurées par le même nombre, il en résulte que la biréfringence *magnétique* obéit à cette loi de proportionnalité.

PHYSIQUE. — *Analyse harmonique et résonances.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. Villard.

Depuis les études classiques de Helmholtz sur l'analyse du timbre des sons par les résonnateurs acoustiques, bien des applications ont été faites,

---

(1) Les indices principaux de la mésitite n'ont pas été déterminés; la biréfringence optique de cette substance, intermédiaire entre celle de la sidérose (0,31) et celle de la giobertite (0,21), a vraisemblablement une valeur voisine de 0,25.

(2) J. Chaudier, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 277.

dans différentes branches de la Physique, de cette méthode d'analyse harmonique par les phénomènes de résonance.

On sait du reste qu'il faut apporter quelque circonspection dans l'interprétation de ces expériences ([1]).

Je voudrais faire à ce sujet quelques remarques, sans doute bien peu nouvelles, pour signaler sur un exemple combien dans certain cas l'analyse harmonique, dont l'exactitude mathématique n'est pas en question, peut cependant paraître bien illusoire.

Prenons l'expérience, maintenant familière, de la recherche des harmoniques d'un courant alternatif par les résonances d'un circuit contenant une capacité fixe et une self-induction réglable (Pupin, Armagnat, etc.).

S'il arrive qu'une résonance se produise pour l'harmonique de rang n, nous disons que la série de Fourier contient le terme correspondant, proportionnel à l'amplitude observée. Mais nous pouvons aussi être conduits à penser que, dans la construction de l'alternateur qui produit le courant, il y a une anomalie périodique, une denture par exemple, qui produit une série de perturbations successives, toutes égales, et se répétant n fois dans une période. Cette conclusion peut fort bien être tout à fait exacte ; elle peut aussi être tout à fait fausse.

Bornons-nous, pour le voir, au cas d'un alternateur à arrachement, dont chaque période se compose d'une brusque production de force électromotrice suivie d'un temps de repos (alternateur Villard pour la télégraphie sans fil).

Une courbe de même allure peut évidemment être obtenue avec un alternateur quelconque, pourvu que, périodiquement, cet alternateur fasse un tour brusquement, puis s'arrête un certain temps pour repartir ensuite.

Dans ce cas, le calcul de la série de Fourier et les expériences de résonance ([2]) s'accordent pour déceler dans la courbe de force électromotrice

---

([1]) Rappelons seulement les travaux de Cornu, Poincaré, Lord Rayleigh, Gouy, Raveau, etc., sur le rôle de l'amortissement, sur la résonance multiple et sur l'interprétation de l'analyse spectrale.

([2]) Le circuit résonnant, ébranlé par le passage de la première onde, continue à osciller pendant la durée du temps de repos. Après un certain nombre d'oscillations, il est relancé par le passage de l'onde suivante, qui augmente son amplitude, et il tend ainsi progressivement vers un régime permanent.

En régime permanent, avec un résonnateur peu amorti, les oscillations sont pratiquement identiques à celles que donnerait une force électromotrice purement

toute une multitude d'harmoniques importants *qui persisteraient pendant les périodes d'arrêt.*

Il est clair, néanmoins, que ce résultat est illusoire, pour ne pas dire absurde. Pendant les périodes de repos, on n'a pas, en effet, un alternateur qui s'agite confusément pour produire une foule de courants alternatifs dont la somme, par suite d'une heureuse compensation, se trouve être constamment nulle ; on a tout simplement un alternateur arrêté.

Cet exemple montre assez nettement, il me semble, que dans l'analyse des phénomènes périodiques, la représentation par la série de Fourier correspond bien aux harmoniques qui peuvent être *excités* dans des résonnateurs. Mais les termes de cette série ne représentent pas nécessairement la *structure physique* du phénomène étudié.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Application des propriétés magnétiques des métaux à des commandes mécaniques de précision.* Note de MM. **Antal Fodor** et **de Büty**, présentée par M. L. Cailletet.

Les applications du magnétisme à la Mécanique courante se sont presque bornées à l'emploi des électro-aimants, que l'on peut exciter ou annuler à distance par la fermeture ou la rupture d'un courant électrique. Il est cependant possible d'employer des aimants proprement dits, et de leur confier des fonctions précises et délicates. Il est même possible d'utiliser la différence entre les coefficients magnétiques de divers métaux, et l'on peut arriver ainsi à des résultats d'une très grande sûreté.

Les auteurs se sont attachés, pour démontrer la justesse de cet énoncé, à appliquer les propriétés magnétiques à des appareils distributeurs automatiques d'une grande délicatesse, entre autres à une machine automatique, pour recommander les lettres. Dans cette machine, l'envoi d'une pièce de *nickel* de $0^{fr},25$ permet à l'expéditeur d'introduire sa lettre et de donner un tour de manivelle qui exécute les 40 mouvements intérieurs servant à la timbrer, à encaisser et à compter l'argent introduit, à timbrer, à numéroter et à dater le récépissé, etc., mais il faut éviter que la fraude intervienne et

sinusoïdale et ininterrompue. Avec un résonnateur amorti, au contraire, on retrouve la trace de chacune des impulsions en suivant les fluctuations du courant au moyen d'un oscillographe ou d'un rhéographe : les courbes obtenues *changent de forme* quand on modifie la résistance du circuit résonnant.

qu'on essaie de faire fonctionner l'appareil en y introduisant des rondelles de cuivre, de plomb, de zinc, de fer de mêmes dimensions et sensiblement de même poids que les pièces de nickel de $0^{fr},25$.

C'est l'action d'un petit aimant qui rend la fraude impossible. La pièce introduite doit tomber dans le mécanisme, déclencher une bascule et démasquer ainsi l'ouverture destinée à laisser passer les lettres.

Si la pièce est en nickel, elle est légèrement déviée par l'aimant, en passant devant les pôles de celui-ci et se trouve *dirigée* ainsi, par l'action magnétique, vers le conduit qui l'amène dans l'appareil. La pièce est-elle en cuivre, en plomb, en zinc? Ces métaux non magnétiques ne subissent pas d'attraction de la part de l'aimant et continuent leur route pour tomber dans une boîte extérieure au mécanisme.

Si, connaissant ces propriétés, un fraudeur introduit une pièce *en fer,* métal magnétique, l'appareil ne fonctionne pas davantage, car le fer dont le magnétisme est plus intense que celui du nickel reste, par ce fait, appliqué contre l'aimant trieur et s'arrête en route. Quand l'opérateur essaie de faire tourner la manivelle, son action a alors pour effet de faire tomber la rondelle de fer en dehors du mécanisme, et l'entrée des lettres reste masquée.

On voit, par cet exemple, combien vaste peut être le champ d'applications analogues, pour beaucoup d'appareils industriels et d'instruments de Physique destinés aux travaux purement scientifiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les phosphates de thorium.* Note de M. **A. Colani**, transmise par M. Haller.

Les phosphates de thorium simples ou doubles obtenus par la voie sèche n'ont été étudiés que par MM. Troost et Ouvrard ([1]) et par Johnsson ([2]) qui redécrivit, 4 ans après M. Troost, le métaphosphate. Ayant préparé un assez grand nombre de phosphates d'uranium ([3]) présentant des analogies avec ceux de thorium, j'ai entrepris de poursuivre le parallélisme entre les phosphates de ces deux métaux en complétant l'étude des phosphates de thorium.

J'ai recherché tout d'abord à préparer un chlorophosphate de thorium analogue à celui d'uranium.

Pour cela, de 2^g à 3^g de métaphosphate de thorium anhydre et une quarantaine de grammes de chlorure de thorium anhydre (préparé par la méthode de MM. Matignon

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XVII, p. 227.

([2]) *Berichte*, t. XXII, 1889, p. 979.

([3]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XII, p. 59.

et Bourion) sont placés dans une nacelle de porcelaine qu'on chauffe sur une grille à gaz, dans un tube parcouru par un courant d'anhydride carbonique bien sec. On maintient la température assez élevée pour que le mélange fonde, mais en évitant une trop grande volatilisation du chlorure. Il se dégage des vapeurs d'un chlorure ou oxychlorure de phosphore. Après refroidissement lent et reprise par l'eau du contenu de la nacelle, il reste une poudre blanche insoluble, cristallisée, très dense, répondant à la formule $2P^2O^5, 3ThO^2, ThCl^4$. L'analyse a été faite en attaquant à aussi basse température que possible la matière finement pulvérisée par le carbonate double de potasse et de soude; le culot repris par l'eau laisse la thorine insoluble. Dans le filtrat on dose le chlore et l'acide phosphorique [1].

Ce phosphate a même formule que le chlorophosphate d'uranium obtenu de la même manière. Il est presque inattaquable par les acides étendus ou concentrés, sauf par l'acide sulfurique bouillant; il est très attaquable par les carbonates alcalins fondus.

Dans la préparation de ce chlorophosphate on arrive au même résultat en remplaçant le métaphosphate de thorium par un phosphate alcalin et la moitié du chlorure de thorium par du chlorure de calcium, soigneusement fondu dans un courant de gaz chlorhydrique sec.

Le bromure de thorium donne dans les mêmes conditions, avec le métaphosphate de thorium, ou avec un phosphate alcalin, un bromophosphate de formule différente [2]. Le bromure de thorium étant très hygroscopique, on ne peut le manier à l'air; il faut employer le mode opératoire que j'ai indiqué pour le chlorophosphate uraneux. En outre le phosphate de thorium étant très peu soluble dans le bromure, il faut prendre 2^g à 3^g de métaphosphate pour 150^g à 200^g de bromure. On obtient finalement, après reprise par l'eau, une poudre blanche nacrée cristalline répondant à la formule $3(2P^2O^5, 3ThO^2)ThBr^4$. Les analyses de ce corps sont très pénibles et les résultats peu satisfaisants. On ne peut l'attaquer par le carbonate double de potasse et de soude sans avoir, suivant la température, ou une attaque incomplète, ou des pertes de brome; de plus, ce corps étant peu attaquable par l'acide azotique, même en tube scellé à 175°, on ne peut employer la méthode de Carius. Pour l'analyser, je l'ai attaqué par 10 fois son poids d'acide sulfurique concentré et bouillant dans un appareil tout en verre (celui de MM. Baubigny et Chavanne est commode quoique un peu fragile dans ce cas) et l'on condense les vapeurs de brome dans une solution de soude et de sulfite de soude, où l'on dosera le brome. La liqueur sulfurique refroidie est versée dans un grand excès d'eau glacée pour dissoudre

(1) Trouvé pour 100 : Th 64,2; Cl 9,8 et 9,6; P^2O^5 19,4 et 19,9; O par diff. 6,6. Calculé : Th 64,0; Cl 9,7; P^2O^5 19,5; O 6,6.

(2) Le bromophosphate d'uranium correspondant est décomposable par l'eau.

le sulfate de thorium, et l'on précipite le thorium de sa solution par l'acide oxalique. Pour doser l'acide phosphorique, le mieux est d'attaquer le bromophosphate par le carbonate de soude à la température d'un bec Bunsen (¹).

M. Troost a montré que, dans les phosphates anhydres, la thorine n'agissait pas comme la zircone ou la silice et se comportait plutôt comme un protoxyde. Ce travail tendrait à confirmer cette idée, la formule du chlorophosphate devenant alors celle d'une wagnérite et la formule du bromophosphate celle d'une apatite. La formation de ces composés peut permettre d'interpréter la présence du fluor signalée dans certaines monazites, mais je n'ai pas cherché à préparer un fluophosphate de thorium.

Enfin j'ai recherché s'il existe des phosphates doubles de thorium et des métaux alcalino-terreux.

On les prépare comme ceux d'uranium en chauffant dans un courant le gaz carbonique, le métaphosphate de thorium avec dix fois son poids de chlorure alcalino-terreux fondu au préalable dans un courant de gaz chlorhydrique sec. On reprend après refroidissement lent par l'eau additionnée d'un peu d'acide chlorhydrique pour dissoudre le phosphate alcalino-terreux qui aurait pu se former. Pour analyser ces composés, on les attaque longuement par le carbonate de soude fondu. On traite par l'eau acidulée qui laisse insoluble la majeure partie de la thorine et donne une liqueur contenant tout l'acide phosphorique, l'alcalino-terreux et une trace de thorine; on précipite la thorine par l'acide oxalique et l'on poursuit le dosage suivant les méthodes habituelles. Avec le chlorure de calcium on obtient de petites aiguilles blanches très brillantes de formule P^2O^5, ThO^2, CaO (²).

Avec le chlorure de strontium on a de très petits cristaux incolores, blancs en grande masse, répondant à la formule P^2O^5, ThO^2, SrO (³).

Avec le chlorure de baryum je n'ai obtenu que des produits à peu près amorphes ne donnant pas de résultats constants à l'analyse et ce même en changeant les conditions de préparation.

Tous ces composés : chloro, bromophosphates et phosphates doubles agissent sur la lumière polarisée; ils sont malheureusement trop petits pour qu'on puisse en tenter l'étude cristallographique.

Conclusions. — On voit par ce qui précède qu'il existe un chlorophosphate de thorium et des phosphates doubles de calcium et de strontium

---

(¹) Trouvé pour 100 : Th 61,4; Br 7,4 et 7,5; P^2O^5 20,9; O par diff. 10,3. Calculé : Th 61,4; Br 8,4; P^2O^5 22,5; O 7,6.

(²) Trouvé pour 100 : ThO^2 58,0; CaO 12,4 et 11,9; P^2O^5 30,4. Calculé : ThO^2 57,1; CaO 12,1; P^2O^5 30,7.

(³) Trouvé pour 100 : ThO^2 52,1; SrO 20,0; P^2O^5 27,4. Calculé : ThO^2 51,8; SrO 20,2; P^2O^5 27,8.

ayant mêmes formules que les composés correspondants d'uranium. Si l'on se reporte d'autre part aux travaux de MM. Troost et Ouvrard sur les phosphates de thorium et aux miens sur ceux d'uranium, on constate que les phosphates doubles fournis par le potassium avec ces deux métaux ont mêmes formules, bien que n'étant pas tous obtenus dans les mêmes conditions; il n'y a que les phosphates doubles fournis par le sodium qui diffèrent notablement. Tous ces faits s'ajoutant à ceux qu'on connaissait déjà, tels qu'isomorphisme des oxydes ThO^2 et UO^2, des sulfates, etc., montrent qu'il existe de grandes analogies entre le thorium et l'uranium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la papavérine.* Note de MM. **Amé Pictet** et **A. Gams**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une précédente Note [1], Mlle M. Finkelstein et l'un de nous ont décrit une série de réactions qui les a conduits à la synthèse de la laudanosine. Un procédé tout semblable nous a permis d'obtenir artificiellement un second alcaloïde de l'opium, la *papavérine*.

On se rappelle que la synthèse de la laudanosine reposait essentiellement sur la déshydratation de l'homovératroyl-homovératrylamine au moyen de l'anhydride phosphorique, déshydratation qui donne naissance à une *dihydropapavérine* :

Homovératroyl-homovératrylamine: H^2 C; CH^3O; CH^3O; CH^2; H; Az H; CO; CH^2; OCH^3; OCH^3

=

Dihydropapavérine: CH^2; CH^3O; CH^3O; CH^2; Az; C; CH^2; OCH^3; OCH^3

$+ H^2O.$

Homovératroyl-homovératrylamine. Dihydropapavérine.

Il semblerait que, pour arriver à la papavérine elle-même, il dût suffire de soumettre au même traitement le composé suivant non saturé possé-

---

(1) A. Pictet et M. Finkelstein, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 925.

dant 2 atomes d'hydrogène de moins que l'homovératroyl-homovératrylamine :

H
C
CH^3O CH
CH_3O H' AzH
CO
CH^2
OCH^3
OCH^3

Toutes les tentatives que nous avons faites pour préparer ce composé ont échoué par ce fait que la base primaire non saturée

$$(CH^3O)^2C^6H^3-CH=CH-AzH^2,$$

qui eût été nécessaire à son obtention, est éminemment instable; mais nous avons réussi à tourner la difficulté en nous adressant au dérivé *hydroxylé* de l'homovératroyl-homovératrylamine

$$(CH^3O)^2C^6H^3-CHOH-CH^2-AzH-CO-CH^2-C^6H^3(OCH^3)^2.$$

Ainsi que nous l'avons constaté, ce dérivé, soumis à l'action de l'anhydride phosphorique, perd à la fois 2^{mol} d'eau et se convertit avec la plus grande facilité en *papavérine :*

CHOH
CH^3O CH^2
CH^3O H AzH
CO
CH^2
OCH^3
OCH^3
Homovératroyl-oxy-homovératrylamine.

=

CH
CH^3O CH
CH^3O Az
C
CH^2
OCH^3
OCH^3
Papavérine.

$+2H^2O$.

Pour préparer l'homovératroyl-oxy-homovérarylamine, nous avons opéré comme suit :

Nous sommes partis du *vératrol*, et nous l'avons transformé, au moyen du chlorure

d'acétyle et du chlorure d'aluminium, en *acétovératrone* $(CH^3O)^2C^6H^3.CO.CH^3$ (point de fusion 49°-50°; point d'ébullition 206° sous 12mm de pression), substance déjà décrite par Neitzel.

Traitée par le nitrite d'amyle en présence d'éthylate de sodium, l'acétovératrone donne un dérivé isonitrosé $(CH^3O)^2C^6H^3 - CO - CH = AzOH$ (point de fusion 131°), que nous avons réduit par le chlorure stanneux et l'acide chlorhydrique. Il se forme dans ces conditions le *chlorhydrate d'amino-acétovératrone*,

$$(CH^3O)^2C^6H^3 - CO - CH^2 - AzH^3Cl.$$

La base de ce sel est instable; mais il n'est point nécessaire de l'isoler; en agitant la solution de ce chlorhydrate avec le chlorure homovératrique

$$(CH^3O)^2C^6H^3 - CH^2 - COCl,$$

et la quantité calculée de soude caustique, on obtient avec un bon rendement l'*homovératroyl-amino-acétovératrone*,

$$(CH^3O)^2C^6H^3 - CO - CH^2 - AzH - CO - CH^2 - C^6H^3(OCH^3)^2,$$

sous la forme de paillettes brillantes, fusibles à 142°.

Ce corps est ensuite traité par l'amalgame de sodium en solution alcoolique; des deux groupements carbonyle qu'il possède, un seul, celui qui possède le caractère cétonique, est réduit. Il y a formation d'un alcool secondaire de la formule

$$(CH^3O)^2C^6H^3 - CHOH - CH^2 - AzH - CO - CH^2 - C^6H^3(OCH^3)^2,$$

qui constitue l'*homovératroyl-oxy-homovératrylamine* cherchée (aiguilles incolores, fusibles à 124°).

Ce composé ayant été ainsi obtenu, nous l'avons chauffé à la température du xylène bouillant avec cinq fois son poids d'anhydride phosphorique. En reprenant ensuite la masse par l'eau et en alcalinisant la solution, nous avons vu se former un abondant précipité d'une base en petites aiguilles incolores, fusibles à 147°.

L'analyse de cette base nous a conduits à la formule $C^{20}H^{21}AzO^4$, et l'examen que nous avons fait de ses propriétés, examen dont nous publierons ailleurs les résultats détaillés, nous a démontré sa *complète identité avec la papavérine naturelle*.

Cette synthèse, jointe à celle de la laudanosine, vient confirmer les formules de constitution qui avaient été attribuées, depuis longtemps déjà, aux deux représentants les plus simples du groupe des alcaloïdes de l'opium. Elle permet aussi, selon nous, d'espérer, pour un avenir prochain, la reproduction artificielle d'autres bases de ce même groupe, bases dont la structure est analogue quoique plus compliquée, et qui possèdent à divers points de vue une importance encore plus grande.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Catalyse des acides forméniques*. Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Georges Lemoine.

J'ai décrit précédemment ([1]) une nouvelle préparation des cétones symétriques par l'action catalytique de la thorine et de l'alumine sur les acides forméniques. Je compare ici l'activité de ces corps à celle d'autres oxydes pour arriver à l'interprétation du mécanisme de ces réactions.

J'ai établi ([2]) que la thorine et l'alumine, sont loin de se valoir comme catalyseurs des acides forméniques. Avec *la thorine*, les divers acides expérimentés ont tous donné, très facilement et avec un rendement tout à fait pratique, la cétone symétrique correspondante, sensiblement pure (propanone, propione, butyrone, isobutyrone). La façon régulièrement identique dont se comporte la thorine vis-à-vis des acides acétique, propionique, butyrique, isobutyrique, m'avait amené à conclure que ce procédé est général. En effet, avec l'acide isovalérique, j'ai obtenu un liquide distillant à peu près en entier de 163° à 166°, température d'ébullition de la diméthyl-2.6-heptanone 4, ou valérone.

Avec l'*alumine*, il n'en est plus de même. Avec l'acide acétique, elle fournit aisément la propanome; avec l'acide propionique, l'opération déjà marche moins bien; avec l'acide isobutyrique, l'isobutyrone ne se forme qu'en proportion minime.

L'*oxyde chromique*, Cr^2O^3, et l'*oxyde ferrique*, Fe^2O^3, se comportent comme l'alumine. Dès que la réaction commence (manifestée par un dégagement gazeux), l'acide forménique paraît se décomposer directement, sans formation intermédiaire du sel correspondant.

Avec la *chaux*, les choses se passent autrement.

Jusqu'à 420°, l'acide acétique donne l'acétate de calcium, lequel, au-dessus de cette température, commence à se décomposer; on a principalement de la propanone. De même, l'isobutyrate de calcium se forme exclusivement jusqu'à 460°, et ce n'est que vers 500° qu'il se décompose en donnant un liquide fort complexe avec très peu de gaz.

L'*oxyde de zinc* reproduit les réactions de la chaux, mais ses combinaisons avec les acides forméniques, étant moins stables que celles du calcium, se détruisent à des températures plus basses.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 927.

([2]) *Ibidem*.

L'acétate de zinc, par exemple, commence à se décomposer vers 280°, et assez rapidement à 340°. Aussi des vapeurs d'acide acétique passant sur ZnO donnent, vers 300°, un dégagement de CO^2 qui devient abondant à 340°. A mesure que la température s'élève, la vitesse de destruction de l'acétate de zinc est à peu près égale à sa formation : toutes les gouttelettes de ce sel fondu disparaissent. Il semble alors que l'acide acétique est directement décomposé par le simple contact de ses vapeurs avec l'oxyde. Il n'en est rien cependant, comme le prouve la disparition progressive de cet oxyde à l'entrée des vapeurs acides dans le tube, disparition qui ne peut s'expliquer que par la formation continue, en cet endroit, de l'acétate, suivie de sa sublimation très connue qui l'emporte sur le trajet du tube où il se détruit par la seule action de la chaleur. La réaction se passe donc toujours en deux phases :

$$(1) \qquad 2CH^3.CO^2H + ZnO = H^2O + (CH^3.CO^2)^2Zn,$$

$$(2) \qquad (CH^3CO^2)^2Zn = CH^3.CO.CH^3 + CO^2 + ZnO.$$

On retrouve les mêmes réactions avec les acides propionique, butyrique, isobutyrique, isovalérique, sauf que les sels de zinc correspondants étant de plus en plus stables, exigent une température de plus en plus élevée pour se détruire, en sorte que les cétones sont mêlées à une proportion toujours croissante de produits pyrogénés. De là vient que les acides isobutyrique et isovalérique ne fournissent, avec ZnO, que des quantités minimes d'isobutyrone et de valérone.

L'*oxyde de cuivre* et l'*oxyde de cadmium* se prêtent aux mêmes observations que l'oxyde de zinc, avec une complication résultant de la facile réduction de ces oxydes qui les ramène en totalité ou en partie à l'état métallique. Je mentionne seulement la combinaison de ces oxydes avec les acides forméniques, suivie de la destruction des sels ainsi formés et la difficulté de cette destruction qui augmente avec la richesse de ces acides en carbone, exactement comme pour ZnO.

Conclusions générales. — Pour la préparation générale et pratique des cétones symétriques, aucun des corps examinés jusqu'ici ne saurait être mis en parallèle avec la thorine. Seuls les *oxydes d'uranium* ont une activité se rapprochant de celle de la thorine. Avec l'oxyde rouge brique UO^3, ainsi qu'avec l'oxyde vert U^3O^8 résultant d'une forte calcination de UO^3; on obtient, comme pour la thorine et avec tous les acides forméniques, un liquide constitué surtout par la cétone symétrique correspondante à l'acide employé. Les rendements paraissent inférieurs à ceux de la thorine et après un certain temps l'activité des oxydes d'uranium semblait légèrement affaiblie.

Je n'ai jamais observé que les oxydes d'uranium et la thorine se combinassent avec les acides forméniques, aux zones de température où la réac-

tion destructive commence à se manifester. Mais cela ne suffirait pas pour exclure la formation de composés temporaires. Avec l'oxyde de zinc, au-dessus de 400°, on n'observe pas davantage la formation de pareils composés, et cependant ils existent, ainsi que le prouve un phénomène accessoire, la disparition progressive de ZnO à l'entrée du tube. Les analogies conduisent donc à supposer qu'ils existent aussi avec la thorine et les oxydes d'uranium, que les réactions avec ces oxydes obéissent au même mécanisme qu'avec l'oxyde de zinc, et qu'aux températures où ces réactions se produisent il y a formation de sels très instables qui se détruisent aussitôt formés. Ce serait à l'instabilité spéciale de ces combinaisons que les oxydes d'uranium et la thorine devraient la propriété de transformer les acides forméniques à peu près exclusivement en cétones. Grâce, en effet, à cette instabilité, ces combinaisons se décomposent à une température suffisamment basse pour que les cétones seules se forment, à l'exclusion de tout autre produit pyrogéné.

Deux facteurs interviendraient donc dans la catalyse des acides forméniques : *la formation d'un sel avec le catalyseur, et puis sa destruction.* Avec la chaux, les oxydes de zinc et de cadmium, c'est sûrement la destruction du sel qui devient de plus en plus difficile à mesure que les acides sont plus riches en carbone; avec les oxydes chromique et ferrique, et avec l'alumine, ce pourrait être la formation; au contraire, la formation et la destruction de leurs combinaisons avec les divers acides forméniques resteraient toujours faciles pour la thorine et les oxydes d'uranium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Présence du diméthoxy 2.3-méthylènedioxy 4.5-allyl 1-benzène dans l'essence de criste-marine.* Note de M. **Marcel Delépine**, transmise par M. Haller.

M. Frédéric Borde, pharmacien à La Rochelle, m'a confié l'étude des portions supérieures du fractionnement de l'essence de criste-marine, *Crithmum maritimum* L. Omb., essence dont il vient de décrire la préparation et les principaux caractères ([1]). Il montrera lui-même prochainement que les portions les plus volatiles contiennent des carbures terpéniques.

Des portions de l'essence de criste-marine, bouillant au-dessus de 200° sous la pression ordinaire, j'ai extrait, par distillation fractionnée dans l'air

([1]) F. Borde, *Bull. Sciences pharmacol.*, t. XVI, 1909, p. 132.

raréfié, un premier composé peu abondant (5 pour 100 environ de l'essence totale), bouillant entre 90°-95° sous 13^{mm}, légèrement dextrogyre, et un second, optiquement inactif, comprenant au moins 40 pour 100 de l'essence totale, bouillant presque à point fixe, soit à 157°-158° sous 13^{mm}. En raison de sa faible proportion, je ne pourrai étudier la première substance qu'après une nouvelle campagne de fabrication d'essence, mais je suis fixé dès à présent sur la nature du produit à point d'ébullition élevé.

C'est uniquement un composé $C^{12}H^{14}O^4$, isomère de l'apiol de persil, identique au composé que MM. Ciamician et Silber [1] découvrirent dans une essence d'aneth des Indes orientales (*Anethum Sowa* D. C.) et appelèrent alors *apiol d'essence d'aneth* et qui n'a été retrouvé depuis que dans une essence de Matico (*Piper angustifolium* Ruiz. et Pav.) par M. Thoms [2] et dans une essence d'aneth d'Espagne par Schimmel et Cie [3].

On sait maintenant par les recherches de M. Thoms [4] que cet apiol d'essence d'aneth (ou *dillapiol*) est le diméthoxy 2.3-méthylènedioxy 4.5-allyl 1-benzène $C^6H(OCH^3)^2_{2.3}(O^2CH^2)_{4.5}(CH^2.CH:CH^2)_1$ ou, plus simplement, $C^9H^9O^4.CH^2.CH:CH^2$.

Le composé tiré de l'essence de criste-marine est un liquide un peu épais, presque incolore, d'une faible odeur aromatique, ayant les constantes suivantes : $d_4^0 = 1,1753$; $d_4^{13} = 1,1644$; $n_{25}^D = 1,52778$; RM = 59,20; calculé 58,28; ébullition : 157°-158° (corr.) sous 13^{mm}, 294°-295° (corr.) avec légère décomposition sous la pression atmosphérique; son identification avec l'apiol d'aneth résulte, en outre, des considérations suivantes :

1° Il fournit par action du brome un bibromure bromé $C^{12}H^{13}BrO^4.Br^2$, en belles aiguilles incolores, fusibles à 110°, chiffre indiqué par Ciamician et Silber; 2° le chauffage avec l'éthylate de sodium à 160°, pendant 6 heures, le transforme en un composé propénylique $C^9H^9O^4.CH:CH.CH^3$ qui cristallise en magnifiques prismes incolores, fusibles à 44°, comme l'isoapiol d'aneth de Ciamician et Silber; 3° cet isomère propénylique s'unit molécule à molécule à l'acide picrique et au chlorure de picryle pour donner des combinaisons rouges bien cristallisées, respectivement fusibles à 81° et 44°, comme celles que MM. Bruni et Tornani ont décrites avec l'isoapiol d'aneth [5]; 4° oxydé par une solution bouillante de permanganate de potassium, l'isomère propénylique (mélangé d'un peu de produit naturel) a fourni deux acides, l'un incolore, fusible à 151°-152°, de formule $C^9H^9O^4.CO^2H$, et l'autre jaune pâle, fusible à 175°, de

(1) G. Ciamician et P. Silber, *Ber. d. deustch. chem. Ges.*, t. XXIX, 1896, p. 1799.

(2) H. Thoms, *Archiv. d. Pharm.*, t. CCXLII, 1904, p. 328.

(3) Schimmel et Cie, *Bull. semestriel*, t. I, 1903, p. 11.

(4) H. Thoms, *Archiv. d. Pharm.*, t. CCXLII, 1904, p. 344.

(5) G. Bruni et E. Tornani, *Gazz. chim. ital.*, t. XXXIV, 1904, II, p. 474 et t. XXXV, 1905, II, p. 304.

formule $C^9H^9O^4.CO.CO^2H$, identiques à ceux que MM. Ciamician et Silber ont obtenus dans les mêmes circonstances avec le produit de l'aneth.

Par contre, je n'ai obtenu le bibromure de bromoisoapiol, fusible à 115°, qu'après plusieurs essais.

Ayant eu une centaine de grammes de produit pur, j'ai pu joindre à ces recherches d'identification des résultats nouveaux qui confirment encore la présence de la chaîne propénylique dans l'apiol isomérisé et par suite celle de la chaîne allylique dans l'apiol primitif de la criste-marine. Oxydé par l'iode et l'oxyde de mercure suivant la méthode découverte par M. J. Bougault (¹), l'isoapiol fusible à 44° a fourni l'*aldéhyde* diméthoxy 2.3-méthylènedioxy 4.5-hydratropique $C^9H^9O^4.CH(CH^3).CHO$. Cet aldéhyde est un liquide épais, presque incolore, inodore à froid, insoluble dans l'eau, bouillant sans aucune décomposition à 189° sous 17^{mm}; $d_4^0 = 1,2567$; $d_4^{17} = 1,2407$; $n_{25}^D = 1,53191$; RM $= 59,79$, calculé : 58,86. Son *oxime* fond à 102° et sa semicarbazone à 148°.

L'aldéhyde oxydé à son tour en solution hydroalcoolique par le nitrate d'argent et la soude donne facilement l'*acide* correspondant $C^9H^9O^4.\overset{\bullet}{C}H\begin{matrix}\diagup CO^2H \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$. Cet acide fond à 119°; il est assez soluble dans l'éther, un peu soluble dans l'eau bouillante, d'où il cristallise par refroidissement. Sa formation est accompagnée de celle de la diméthoxy 2.3-méthylène dioxy 4.5-acétophénone $C^9H^9O^4.CO.CH^3$, fusible à 88°-89°. Cette *acétophénone* n'a été obtenue qu'à l'état d'huile par oxydation directe de l'acide hydratropique correspondant au moyen du mélange chromique; mais cette huile, oxydée elle-même par le permanganate alcalin, a donné aisément l'*acide cétonique* $C^9H^9O^4.CO.CO^2H$, fusible à 175°, cristallisant en lamelles jaune pâle, et déjà obtenu directement par MM. Siamician et Silber avec l'isoapiol d'aneth et par moi-même avec l'isoapiol de criste-marine.

Les recherches de M. Borde ont montré que 1^{kg} de graines fraîches de criste-marine donne 7^g à 8^g d'essence et 1^{kg} de graines sèches plus de 30^g. Comme son essence contient 40 à 60 pour 100 de l'apiol qui vient d'être étudié, la criste-marine, commune sur le rivage de l'Océan, est une source abondante d'un composé allylique rencontré seulement jusqu'ici dans des plantes exotiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de l'anthranol.* Note de M. **Robert Padova**, transmise par M. Haller.

Lorsqu'on chauffe l'anthranol avec du phénylchloroforme au sein du toluène, il y a dégagement d'acide chlorhydrique et formation d'un composé chloré, en même temps que d'une petite quantité de dianthrone :

(¹) J. Bougault, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1766.

I. On chauffe à l'ébullition pendant 2 heures une solution de 20g d'anthranol, 20g de phénylchloroforme dans 50cm³ de toluène. Par refroidissement se dépose une poudre brun rouge (20g) que l'on traite par 200cm³ d'acétone bouillante. La portion insoluble est constituée par de la dianthrone. De la solution cétonique, on tire par cristallisations répétées dans l'acétone 11g d'un corps cristallisant en petits prismes légèrement grisâtres, peu solubles dans l'alcool et l'éther, solubles dans le chloroforme, le xylène, le toluène, fondant entre 158° et 159°. L'analyse a donné des résultats correspondant à la formule

$$\begin{array}{c} C^6H^5-C=Cl^2 \\ | \\ C\diagup H \\ H^4C^6\langle\quad\rangle C^6H^4, \\ C=O \end{array}$$

soit la dichlorobenzylanthrone.

Traité par la pyridine à chaud, ce corps perd une molécule d'acide chlorhydrique et donne le composé

$$\begin{array}{c} C^6H^5-C-Cl \\ \| \\ C \\ H^4C^6\langle\quad\rangle C^6H^4, \\ C \\ \| \\ O \end{array}$$

soit l'ω-chlorophénylanthraquinométhane cristallisant en petits prismes à peine colorés en rose, très solubles dans le benzène, le chloroforme, l'acétone, solubles dans les alcools méthylique et éthylique, très peu solubles dans la ligroïne, donnant une coloration rouge foncé avec l'acide sulfurique concentré. Le corps commence à suinter vers 128°, et fond à 130°-131°.

II. Fondu avec des arylamines, l'anthranol se combine à ces corps avec perte d'eau pour donner en petite quantité des arylanthramines, suivant l'équation

$$R.NH^2+HO-C\begin{matrix}\diagup C^6H^4 \diagdown \\ \diagdown C^6H^4 \diagup\end{matrix}CH=H^2O+R.NH-C\begin{matrix}\diagup C^6H^4 \diagdown \\ \diagdown C^6H^4 \diagup\end{matrix}CH.$$

On chauffe pendant 30 minutes l'anthranol avec un excès de la base. On reprend le résidu de la fusion par l'acide chlorhydrique alcoolique, et l'on précipite la solution chlorhydrique par l'eau. On obtient ainsi, après cristallisation dans le toluène ou le xylène, des aiguilles jaunes possédant une magnifique fluorescence verte. Ces corps se détruisent par quelques cristallisations. Il nous a été jusqu'ici impossible d'en obtenir des dérivés benzoylés.

L'aniline a donné la phénylanthramine suintant vers 191°, fondant à 197°-198°.

L'α-naphtylamine, l'α-naphtylanthramine fondant à 199°-201°.

La β-naphtylamine, la β-naphtylanthramine suintant vers 205°, fondant à 213°.

Le *p*-amidophénol ne réagit pas et se détruit.

III. En présence d'acide sulfurique concentré, l'anthranol ne se condense pas après 48 heures avec l'anhydride phtalique. A chaud il y a dégagement de SO^2 et oxydation.

En revanche, chauffé avec du chlorure de phtalyle au sein du xylène, il y a dégagement d'acide chlorhydrique et formation d'un composé cristallisant en paillettes brun très clair, peu soluble dans le xylène, dans l'acétone, l'acide acétique; soluble dans le pseudocumène, la nitrobenzine; insoluble dans la ligroïne et l'éther, donnant avec l'acide sulfurique concentré une coloration rouge. Ce corps suinte vers 259°, fond à 262°-264° (Bain 250°). L'analyse a donné des nombres correspondant à la formule

$$\begin{array}{c} C^6H^4 - CO \\ | \qquad\quad | \\ C \text{———} O \\ \| \\ C \\ H^4C^6 \langle\rangle C^6H^4 \\ C = O \end{array}$$

soit la phtalylidèneanthrone. Nous poursuivons actuellement l'étude de la saponification de ce corps qui donne des solutions rouge foncé dans la potasse alcoolique.

IV. L'anthranol est oxydé par la phénanthrènequinone en solution acétique et donne de la dianthrone fondant entre 232° et 250° avec destruction, avec un rendement de 75 pour 100 environ.

Le diphénylanthraquinométhane (ou anthrafuchsone)

$$\begin{array}{c} H^5C^6 - C - C^6H^5 \ (^1) \\ \| \\ C \\ H^4C^6 \langle\rangle C^6H^4 \\ C = O \end{array}$$

en solution dans le chloroforme, n'additionne pas le brome à froid; à chaud il y a dégagement de HBr. Il y a analogie avec le diphénylbiphénylèneéthène

$$\begin{array}{c} H^5C^6 - C - C^6H^5 \ (^2) \\ \| \\ C \\ H^4C^6 \triangle C^6H^4 \end{array}$$

Réduit par l'anhydride acétique et la poudre de zinc, il fournit le composé

$$\begin{array}{c} C^6H^5 - CH - C^6H^5 \\ | \\ C \\ H^4C^6 \langle|\rangle C^6H^4 \\ C - OOC - CH^3 \end{array}$$

---

(1) PADOVA, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 121.

(2) KLINGER et LONNAS, *Ber.*, t. XXIX, p. 739-2137.

acétoxy 10-anthryl 9-diphénylméthane, fondant à 228°-229°, et dont les solutions présentent une forte fluorescence violette.

Il nous a été impossible jusqu'ici d'obtenir, avec un rendement convenable, un produit de condensation de l'anthranol avec l'oxalate d'éthyle, soit en présence d'éthylate de sodium, soit même en présence d'éthylate de potassium.

Nous poursuivons actuellement l'étude de l'action du pentachlorure de phosphore sur l'anthranol qui nous a donné un corps fondant à 298°-300°, ne contenant ni chlore ni phosphore, ainsi que la condensation de l'anthranol avec la cétone de Michler.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés diiodés d'addition des acides gras supérieurs de la série* $C^2H^{2n-4}O^2$. Note de MM. **A. Arnaud** et **S. Posternak**, présentée par M. Maquenne.

Liebermann et Sachse [1], seuls auteurs qui, à notre connaissance, se soient occupés de cette question, ont préparé les acides stéarolique et béhénolique diiodés avec points de fusion respectifs de 50° à 51° et 47°. Ils ont fait réagir l'iode à la lumière sur les acides gras non saturés en solution dans le sulfure de carbone en présence de l'iodure de fer. Cette méthode, qui demanderait une exposition de plusieurs jours aux rayons solaires, est lente et semble donner des résultats médiocres. Liebermann a bien indiqué sommairement la possibilité de combiner l'iode à l'acide béhénolique par simple fusion, sans toutefois faire connaître des résultats précis.

Nous avons trouvé que la fixation de l'iode se fait d'une façon quantitative et presque instantanément en milieu acétique. On procède comme il suit :

Une partie d'acide gras, dissoute dans deux ou trois parties d'acide acétique cristallisable, est additionnée de la quantité théorique d'iode, soit, pour une molécule d'acide, deux atomes d'iode. On chauffe vers 50° à 60°, en agitant, jusqu'à ce que tout l'iode entre en solution. La liqueur reste colorée en brun rouge foncé sans qu'il y ait un excès d'iode libre sensible. On décolore avec un peu d'acide sulfureux et l'on verse le tout dans 20 parties d'eau chaude. Le dérivé diiodé huileux et très dense se rassemble rapidement au fond du vase et se prend par refroidissement en une masse cristalline presque incolore. On la purifie par une ou deux cristallisations dans l'alcool.

Nous avons préparé ainsi l'acide taririque diiodé non encore décrit, son

(1) *Berichte der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXIV, p. 4112.

isomère stéarolique et l'acide béhénolique diiodé. Nous n'avons pas réussi à introduire dans les acides gras correspondants 4 atomes d'iode, comme il semblerait possible de le faire théoriquement, par analogie avec la production relativement facile des dérivés tétrabromés. Ce fait est à rapprocher de l'impossibilité où l'on est de fixer directement 2 atomes d'iode dans les acides de la série oléique.

L'acide taririque diiodé $CH^3-(CH^2)^{10}-CI=CI-(CH^2)^4-CO^2H$ [1] cristallise en fines aiguilles incolores, facilement solubles dans l'alcool chaud, dans l'acide acétique cristallisable et dans les dissolvants usuels des acides gras, donne facilement des solutions sursaturées dans l'alcool. Il fond à 48°,5. Le sel ammoniacal cristallise en longues aiguilles dures, peu solubles dans l'alcool froid, ce qui le distingue de son isomère stéarolique, très soluble au contraire dans ce même dissolvant.

L'acide stéarolique diiodé (acide diiodo-élaïdique)

$$CH^3-(CH^2)^7-CI=CI-(CH^2)^7-CO^2H$$

cristallise dans l'alcool fort en aiguilles incolores et quelquefois en paillettes brillantes quand l'alcool est plus faible. Il fond exactement à 51° et reprend facilement l'état cristallin.

L'acide béhénolique diiodé (acide diiodobrassidique) $C^{22}H^{40}I^2O^2$ cristallise en aiguilles molles, solubles dans l'alcool chaud et très peu solubles dans l'alcool froid. Il fond à 50°-51° et non à 47°, comme l'avaient indiqué Liebermann et Sachse.

Il est à remarquer que les points de fusion des acides diiodés se rapprochent singulièrement de ceux des acides gras générateurs qui sont, pour l'acide taririque 50°,5, pour l'acide stéarolique 48° et pour l'acide béhénolique 58°.

Les dosages d'iode (d'après Carius) correspondent bien aux formules indiquées.

Tous ces acides diiodés bien purifiés sont inaltérables à la lumière. Ils donnent facilement des sels alcalins neutres et acides et des sels alcalino-terreux. Les premiers sont généralement bien cristallisés. Les alcalis caustiques en solution alcoolique bouillante n'enlèvent pas la totalité de l'iode. Les sels alcalins en solution aqueuse, même en présence d'un excès d'alcali, ne s'altèrent pas à la température d'ébullition et résistent assez bien, malgré la liaison éthylénique qui existe encore dans leur constitution, aux oxydants énergiques tels que le permanganate de potassium.

Par contre les réducteurs, soit en milieu acide (zinc et acide chlorhy-

---

(1) Pour la constitution de l'acide taririque, voir la Note de M. Arnaud, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 473.

drique), soit en milieu alcalin (sodium et alcool absolu), enlèvent facilement l'iode et régénèrent l'acide gras primitif à triple liaison d'une façon quantitative.

La préparation si simple des dérivés diiodés que nous venons d'indiquer, et applicable même à de très petites quantités d'acide gras, pourrait servir pour l'identification rapide de ces composés non saturés. Bien plus, on peut, grâce à cette méthode, reconnaître facilement la présence d'un acide de la série $C^nH^{2n-4}O^2$ mélangé aux acides gras des autres séries et l'isoler presque toujours par cristallisation fractionnée de son dérivé diiodé et par réduction consécutive. Par exemple, les mélanges artificiels à parties égales d'acide oléique et d'acide stéarolique, ou de ce dernier acide avec le cinquième de son poids d'acide palmitique, laissent aisément cristalliser le dérivé diiodé.

Dans d'autres expériences portant sur des dérivés diiodés, préparés par une méthode différente de celle décrite ci-dessus et traités consécutivement par la potasse alcoolique, nous avons pu isoler, d'un mélange complexe, plusieurs acides gras de la série stéarolique, probablement nouveaux, dont nous poursuivons l'étude en ce moment.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une base nouvelle retirée du seigle ergoté, l'ergothionéine.* Note de M. C. Tanret, présentée par M. L. Maquenne.

Comme suite de mes recherches sur le seigle ergoté, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie la découverte dans ce sclérote d'une base nouvelle renfermant du soufre. Pour rappeler son origine et sa composition, je propose de l'appeler *ergothionéine*.

Préparation. — On part de l'extrait alcoolique de seigle ergoté. Après l'avoir convenablement déféqué par des traitements dont le détail sera exposé dans un autre recueil, on y verse un excès d'une solution tiède de bichlorure de mercure à 8 pour 100 : du chloromercurate se précipite. Après l'avoir lavé, on le délaie dans une grande quantité d'eau et on le décompose par l'hydrogène sulfuré. Les liqueurs, séparées du sulfure de mercure, sont concentrées en consistance de sirop clair : du chlorhydrate d'ergothionéine ne tarde pas à cristalliser en masse. On le passe à la trompe, en le lavant à l'alcool, et on le fait recristalliser dans l'eau jusqu'à ce que les cristaux soient incolores et limpides.

1^{kg} de seigle ergoté en donne environ 1^g.

Ce chlorhydrate sert à la préparation de la base. Pour obtenir celle-ci, on dissout le sel dans quelques parties d'eau chaude et l'on y ajoute du carbonate de chaux en

léger excès. On fait bouillir et l'on filtre : de l'ergothionéine cristallise déjà par refroidissement. En concentrant la solution et l'additionnant de plusieurs fois son volume d'alcool à 95°, on précipite le reste de la base qui est très peu soluble dans l'alcool fort, tandis que le chlorure de calcium formé reste dissous. On la fait recristalliser dans l'alcool à 60° bouillant jusqu'à disparition complète du sel calcaire.

On peut encore dissoudre à une douce chaleur le chlorhydrate dans de l'acide sulfurique à 80 pour 100. L'acide chlorhydrique, mis en liberté, est enlevé par des agitations répétées avec de l'éther, puis l'acide sulfurique est étendu d'eau et précipité par le carbonate de baryte. Après filtration, on distille sous pression réduite : le résidu est constitué par de l'ergothionéine. On la purifie en la reprenant par de l'alcool à 60° bouillant qui la laisse cristalliser en refroidissant.

Composition. — La composition de l'ergothionéine cristallisée dans l'eau répond à la formule $C^9H^{15}Az^3O^2S, 2H^2O$. Elle perd son eau de cristallisation sur l'acide sulfurique et la reprend à l'air libre. Eau trouvée : 13,35 pour 100; calculé : 13,58 pour 100.

Les analyses de l'ergothionéine déshydratée à 100° ont donné :

	I.	II.	III.	IV.	V.	Calculé pour $C^9H^{15}Az^3O^2S$.
C	47,04	47,24	»	»	»	47,16
H	6,66	6,66	»	»	»	6,55
Az	»	»	18,08	»	»	18,34
S	»	»	»	14,42 (1)	14,00 (2)	13,97
O	»	»	»	»	»	13,97
						99,99

Propriétés physiques. — L'ergothionéine cristallise dans l'eau en lamelles incolores. M. Wyrouboff, qui a bien voulu les examiner, les a trouvées clinorhombiques. Cette base est extrêmement soluble dans l'eau à chaud; à 20°, elle s'y dissout dans 8,6 parties. Assez soluble dans l'alcool faible, elle ne l'est que très peu dans l'alcool fort. C'est ainsi qu'elle se dissout à froid dans 30 parties d'alcool à 60° et à l'ébullition dans 6 à 7 parties; mais pour les alcools à 80°, 90° et 95° bouillants, elle exige respectivement 45, 330 et plus de 1000 parties. L'alcool méthylique et l'acétone bouillants la dissolvent à peine. Elle est insoluble dans l'éther, le chloroforme et la benzine.

(1) Dosage par l'azotate de potasse et le carbonate de soude.

(2) Dosage par l'oxydation directe du chlorhydrate dans l'eau régale.

L'ergothionéine est dextrogyre; elle a comme pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = +110^\circ.$$

Cette base n'est pas volatile. Elle fond au bloc Maquenne vers 290° en une dizaine de secondes et en se décomposant. Elle est inodore quand elle est fraîchement préparée, mais une odeur désagréable ne tarde pas à se développer dans les flacons qui la renferment.

Propriétés chimiques. — L'ergothionéine est une base faible; elle est sans action sur le tournesol. Les sels qu'elle forme avec les acides ont ceci de particulier que leur acide se comporte vis-à-vis des indicateurs colorés comme s'il était libre. S'il est minéral, on peut donc le doser en se servant d'hélianthine ou, à plus forte raison, de tournesol. Ces sels sont généralement bien cristallisés.

Les sels d'ergothionéine précipitent par l'iodomercurate de potassium, l'iodure ioduré, le bichlorure de mercure, mais non par l'acide picrique et le tannin. Fondus avec un alcali, puis additionnés d'un acide, ils dégagent SH^2. Leur solution chauffée avec de la potasse et du chloroforme se colore en vert; elle vire ensuite au bleu quand on la neutralise.

L'ergothionéine réagit avec ClH et SO^4H^2 comme une base monoacide.

Sels. — Le chlorhydrate $C^9H^{15}Az^3O^2S, HCl.2H^2O$ est le plus intéressant de ses sels. Il se présente en beaux cristaux que M. Wyrouboff a trouvés orthorhombiques. Il ne perd toute son eau de cristallisation qu'à 105°; déshydraté, il fond à 250° au bloc Maquenne. Il est très soluble dans l'eau froide et l'alcool méthylique; il l'est aussi beaucoup dans l'alcool éthylique faible, mais bien moins dans cet alcool fort. Il est dextrogyre avec $[\alpha]_D = +88^\circ,5$. Ce sel est très stable, car bien que son HCl réagisse dans sa solution comme s'il était libre, celle-ci peut être évaporée à siccité à 100° sans en rien perdre. L'acide chlorhydrique de ce chlorhydrate ne peut être dosé directement avec l'azotate d'argent : la liqueur argentique versée en excès dans sa solution y produit un précipité caséeux du chlorure double $(AgCl)^2[(C^9H^{15}Az^3O^2S)^2Ag^2O]$.

Le sulfate d'ergothionéine $(C^9H^{15}Az^3O^2S)^2SO^4H^2, 2H^2O$ est soluble dans 7 parties d'eau à 10°. Il a $[\alpha]_D = +87^\circ,4$.

Le phosphate $C^9H^{15}Az^3O^2S.H^3PO^4$ est anhydre. Il est soluble dans 20 parties d'eau à 19°. Il a $[\alpha]_D = +83^\circ,8$.

Le chloromercurate $HgCl^2, C^9H^{15}Az^3O^2S.HCl$ s'obtient en mélangeant des solutions à poids moléculaires égaux de bichlorure de mercure et de chlorhydrate d'ergothionéine. Ce sel double est cristallisé. Il se dissout dans quelques parties d'eau bouillante et dans 180 parties d'eau froide. Mais en présence d'un excès de $HgCl^2$, il est à peine soluble dans l'eau.

Le chlorure de platine en excès donne avec le chlorhydrate un chloroplatinate rouge orangé assez soluble dans l'eau, mais incristallisable. Le chlorure d'or colore la solution en rouge sang, mais sans donner de précipité stable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution du perséulose.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. L. Maquenne.

L'oxydation de la perséite par la bactérie du sorbose donne un nouveau sucre réducteur, le perséulose, que j'ai réussi à faire cristalliser; j'en ai déjà décrit les principaux caractères et établi la formule brute $C^7H^{14}O^7$ (¹). Il restait à en déterminer la constitution et la structure stéréochimique. Les expériences que je vais rapporter aujourd'hui permettent de résoudre le premier de ces problèmes en élucidant la nature de la fonction réductrice du perséulose.

Déjà la généralisation des résultats obtenus dans l'action de la bactérie du sorbose sur la glycérine, l'érythrite et plusieurs hexites, conduisait à supposer que le perséulose devait être un sucre cétonique. La réaction de Séliwanoff donnée, à très peu près du moins comme je l'ai déjà indiqué (²), par le perséulose, était une présomption nouvelle en faveur de cette hypothèse. Les preuves ont été apportées par deux réactions différentes et précises.

Pour savoir si un sucre doit son pouvoir réducteur à la présence d'un groupement aldéhydique ou d'un groupement cétonique, l'une des meilleures réactions, et en même temps la plus simple, consiste à le soumettre à l'action oxydante du brome en solution aqueuse. Dans le cas d'un sucre aldéhydique, il y a formation d'acide et le pouvoir réducteur disparaît; les sucres cétoniques résistent au contraire à l'oxydation et la solution continue, sans diminution de titre, à réduire la liqueur cupro-potassique.

Pour faire l'expérience, on a dissous $0^g,050$ de perséulose pur dans un 1^{cm^3} d'eau, ajouté un excès de brome (4 gouttes) et abandonné le tout à soi-même, dans un tube bouché, à la température ordinaire. Après 5 jours, on a chassé par ébullition le brome resté libre, puis on a dosé le pouvoir réducteur. Ce pouvoir correspondait à $81^{mg},9$ de cuivre, ce qui, d'après mes déterminations antérieures (³), équivaut à $0^g,0504$ de perséulose.

Comme les autres sucres cétoniques, le perséulose résiste donc à l'oxydation par le brome en présence de l'eau.

Une autre réaction, plus instructive, consiste à fixer sur le sucre l'hydro-

---

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLVII, 1908, p. 201.
(²) *Bull. Soc. chim.,* 4ᵉ série, t. V, 1909, p. 629.
(³) *Loc. cit.*

gène dégagé par l'amalgame de sodium au contact de l'eau. En ayant soin d'opérer en milieu neutre, ou plutôt légèrement acide, afin d'éviter le phénomène d'isomérisation de Lobry de Bruyn et van Ekenstein (¹), on obtient une seule espèce d'alcool avec un sucre aldéhydique, tandis qu'on en obtient deux avec un sucre cétonique.

La réduction a été opérée sur 30g de perséulose cristallisé. On a dissous le sucre dans 4 fois son poids d'eau et ajouté, par portions de 25g, jusqu'à 1200g d'amalgame à 2,5 pour 100. Pour être sûr, à tout moment, d'avoir une solution légèrement acide, on a introduit dans le mélange, avant chaque portion d'amalgame, la quantité d'acide sulfurique juste nécessaire pour saturer la soude qui allait prendre naissance. En agitant vigoureusement, il a suffi de quelques minutes pour utiliser chaque portion d'amalgame. Enfin, on a eu la précaution de plonger le flacon où avait lieu la réaction dans un bain d'eau courante, de manière à maintenir la température au voisinage de 20° à 30°.

Lorsque la quantité d'amalgame indiquée plus haut a été employée, le liquide n'avait pour ainsi dire plus aucune action sur la liqueur cupro-potassique. On a séparé le mercure, neutralisé exactement le liquide et précipité la presque totalité du sulfate de sodium par l'addition de 2vol d'alcool à 95 pour 100. Après essorage, le sel a été redissous dans 100cm³ d'eau tiède et reprécipité par 200cm³ d'alcool; on a recommencé encore une fois cette opération. Les solutions hydro-alcooliques réunies ont été distillées à sec dans le vide et le résidu mis à bouillir pendant 30 minutes avec 250cm³ d'alcool à 95 pour 100. Après 24 heures de repos, on a essoré, lavé avec un peu d'alcool et renouvelé le traitement.

Le résidu, débarrassé des produits solubles dans l'alcool fort, a été épuisé, en plusieurs fois, par un demi-litre d'alcool dilué à 65 pour 100, employé bouillant. On a filtré, pour séparer du sulfate de sodium, et la solution, abandonnée au refroidissement complet, jusqu'au lendemain, a fourni une abondante cristallisation, du poids de 12g, qu'on a identifiée avec la perséite.

On a trouvé en effet, après une nouvelle cristallisation presque sans perte, précédée d'un petit traitement à l'acétate de plomb pour éliminer les dernières traces de sulfate alcalin :

	Avec la perséite	
	artificielle.	naturelle.
Solubilité dans l'alcool à 80 pour 100...	0g,094 ($t = +19°,6$)	0g,097 ($t = +19°,5$)
Point de fusion........................	+188°	+188° (Maquenne)
Pouvoir rotatoire (α_D)................	+1°20	+1°20 (Gernez)

Les eaux mères de la perséite renferment encore quelques grammes de

(¹) *Recueil Trav. chim. Pays-Bas*, t. XIV et XVI.

la même substance mélangée à une autre heptite. Cette dernière, douée d'un assez fort pouvoir rotatoire lévogyre (plus de 8° à gauche), est, contrairement à la perséite, très soluble dans l'eau froide et dans l'alcool; mais elle ne peut, malgré cela, en être séparée que difficilement à l'état pur. C'est une heptite franchement distincte de toutes celles connues jusqu'ici, et je me propose de la décrire prochainement sous le nom de *perséulite*. Pour aujourd'hui, je me bornerai à ce résultat que le perséulose donne, par hydrogénation, un mélange de deux alcools stéréo-isomères, résultat qui ne peut s'expliquer sans admettre l'existence, dans sa molécule, d'un groupement carbonyle.

Le perséulose dérive donc de la perséite exactement comme le sorbose dérive de la sorbite. C'est, par suite, le premier représentant des sucres cétoniques à 7^{at} de carbone.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude de l'origine des Avoines cultivées.* Note de M. **Trabut**, présentée par M. Guignard.

L'*Avena fatua* est considérée, par la généralité des botanistes, comme l'ancêtre probable des différentes races de l'*Avena sativa;* les seules différences morphologiques entre ces deux Avoines résident dans l'articulation des fleurs de l'*Avena fatua*. On connaît, du reste, des formes intermédiaires comme l'*Avena hybrida* Petrm. (*Flora*, 1844).

Dans la région méditerranéenne, l'*A. fatua* est remplacée par l'*A. sterilis,* qui en diffère surtout par l'absence d'articulation entre la première fleur et les suivantes. Cet *Avena sterilis* présente de très nombreuses formes ou espèces élémentaires; Durieu de Maisonneuve a distingué *A. Ludoviciana,* biflore et à épillets plus petits que dans le type; Bianca a fait connaître l'*A. segetalis* (Todaro, Sic. exs., 712) à arête réduite, non genouillée; cette Avoine a été, bien à tort, rapportée par Nyman à l'*A. barbata*. Haussknecht (Symb. Flor. Græc.) mentionne les variétés *longiglumis, breviglumis, macranthera, brevianthera bi-* et *quinque-flora* et 7 à 11 *nervata*.

Dans le nord de l'Afrique, j'ai eu l'occasion de récolter de nombreuses espèces élémentaires de l'*A. sterilis;* quelques-unes présentent un grand intérêt en raison de leur affinité évidente avec l'*A. sativa*.

Deux formes *ad sativam vergentes,* que nous désignerons par α et β, méritent d'attirer l'attention. La forme α a perdu complètement, ou à peu près, les poils de la glumelle, mais le callus des deux fleurs est velu. La forme β ne présente plus qu'une touffe de poils sur le callus de la fleur inférieure; elle ne diffère de l'*A. sativa* type, que par l'articulation plus oblique, par la forme plus allongée, plus effilée de la glumelle, qui est aussi plus coriace, et enfin par la présence, sur les deux fleurs, d'une arête robuste, tortile à la base et genouillée.

Le seul caractère considéré par les floristes comme important pour séparer les *Avena* est celui de l'articulation des fleurs : deux sections dans les *Avenæ genuinæ* sont établies sur le caractère de l'articulation des fleurs avec le rachis : *Sativæ*, non articulés, *Agrestes*, articulés. Les *Agrestes* se divisent encore en *Biformes* et *Conformes*, en tenant compte de l'articulation des deuxième et troisième fleurs.

Il résulte de cette classification (¹) que les *Avena sterilis, fatua* et *sativa* se trouvent séparés, chacun dans une division, alors que ces trois espèces devraient plutôt être réunies en une seule.

Pour la détermination des espèces spontanées, on devra cependant tenir compte de ce caractère des articulations, mais ne plus considérer les divisions qui en découlent comme des divisions naturelles.

Si, dans les Avoines cultivées en Europe, la séparation des fleurs est le résultat de la rupture du rachis, il n'en est pas de même dans le nord de l'Afrique et dans une partie de la région méditerranéenne où l'on cultive, généralement, des races d'Avoines dont la glumelle inférieure est insérée obliquement et prolongée en callus ovale; au niveau de cette insertion, il se produit, à maturité, une séparation par désarticulation du nœud et, du côté de la glumelle, l'empreinte oblique de l'insertion est très visible; entre les glumes, il reste un fragment du rachis sectionné obliquement. Ce fragment en forme d'écusson, d'une couleur plus faible que la glumelle, est facile à limiter avant la désarticulation. Cependant, cette désarticulation ne se produit pas aussi facilement que dans les *Avena fatua* et *sterilis;* la cicatrice n'est pas aussi nette et, dans la pratique, on peut récolter le grain en moissonnant à temps.

Cette Avoine méditerranéenne présente aussi un caractère tiré de la présence d'une arête bien développée sur les deux fleurs (*Avena sativa* var. *biaristata* Hæckel, in litt.).

La désarticulation de la fleur inférieure avec le rachis, chez ces Avoines méridionales, ne permet pas de les séparer des *Agrestes* et en particulier de l'*Avena sterilis*.

Notre Avoine méridionale a donc conservé beaucoup plus de ressemblance avec l'*Avena sterilis* que les Avoines septentrionales avec l'*Avena fatua*.

En dehors de ces caractères morphologiques que j'ai constatés sur des Avoines d'Espagne, d'Algérie, de Tunisie, d'Italie (Avoine des Abruzzes), on peut aussi prendre en considération certains caractères d'ordre physiologique qui, au point de vue pratique, ne sont pas sans importance.

(¹) Cosson, *Soc. Bot. Fr.*, 1854.

Sur le littoral algérien, j'ai, à la Station botanique, expérimenté de nombreuses races d'Avoines; les seules variétés dérivées du *sterilis* ont résisté à la rouille et à la sécheresse. Dans un compte rendu des travaux de la Station j'ai, dès 1895, attiré l'attention sur ce fait, ainsi que sur la résistance de notre Avoine algérienne à un certain degré de salure du sol.

Les Stations d'expériences du Cap, d'Australie et des États-Unis ont contrôlé mes affirmations et, après en avoir fait la preuve, ont provoqué, par les soins de leur Gouvernement, d'importantes distributions de semences d'origine algérienne.

Ces faits s'expliquent, aujourd'hui, par les affinités de notre Avoine avec l'*A. sterilis* qui est plus méridionale que l'*A. fatua*. En Algérie, certaines races d'*A. sterilis* (*A. Ludoviciana* D. R.) se développent, au point de donner l'illusion d'une culture, dans des steppes salées ou des stations arides.

De ces observations on peut légitimement tirer les conclusions suivantes :

Il existe en Algérie des espèces secondaires de l'*Avena sterilis*, qui ne présentent aucune différence importante avec les races d'Avoine cultivées dans la région méditerranéenne. Ces formes assez répandues ne paraissent pas provenir d'hybridation; elles se reproduisent quand on les cultive. En sélectionnant ces variétés, il est encore possible d'en obtenir des Avoines utilisables.

L'*Avena sterilis* a, comme l'*Avena fatua*, donné naissance à une série de races cultivées d'Avoine; ces Avoines, qui ont conservé des caractères évidents du *sterilis*, sont aussi les plus aptes à résister à la sécheresse et à la salure des terres. Elles résistent aussi mieux à la rouille.

Le caractère de la désarticulation des articles du rachis de l'épillet est un caractère secondaire; il tend à s'atténuer et même à disparaître dans les formes cultivées. En ne tenant pas ce caractère pour primordial, on arrive à considérer l'*Avena fatua* comme très proche de l'*Avena sterilis* et à admettre que ces deux Avoines, l'une de l'Europe centrale, l'autre de la région méditerranéenne, ont donné naissance à deux séries d'Avoines cultivées : *a*. Une série à glumelles plus courtes, à insertion de la glumelle plus horizontale, ne devenant pas l'origine d'une désarticulation, mais à fleurs se séparant par une rupture suivant un plan presque perpendiculaire à l'axe du rachis, à arêtes ne se développant pas ou représentées seulement sur la fleur inférieure; *b*. Une autre série à glumelles plus coriaces et plus allongées, à glumelle inférieure s'insérant obliquement et pourvue d'un callus portant une cicatrice correspondant à la désarticulation sur le rachis de l'épillet, à arêtes bien développées sur les deux fleurs inférieures.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence des radiations du radium sur les fonctions chlorophyllienne et respiratoire chez les végétaux.* Note de MM. **Alexandre Hébert** et **André Kling**, présentée par M. L. Maquenne.

On sait que, chez les végétaux, les radiations calorifiques favorisent la respiration tandis que les radiations lumineuses favorisent le phénomène inverse d'assimilation et que les radiations chimiques altèrent la chlorophylle. Il nous a paru intéressant de rechercher si les nouvelles radiations connues actuellement n'auraient pas un certain effet sur ces mêmes fonctions et nous avons commencé à ce point de vue par l'étude des radiations du radium.

Nous avons employé dans nos expériences un dispositif semblable à celui préconisé par MM. Dehérain et Maquenne dans des cas analogues; nous nous sommes servis de tubes de verre de 30^{cm^3} à 35^{cm^3} de capacité dont une extrémité peut être fermée hermétiquement par un bouchon rodé et portant à l'autre extrémité un robinet de verre. On y introduisait les feuilles à mettre en expérience et, dans un de ces tubes, on glissait un étui de verre renfermant 1^{cg} de bromure de radium, d'activité 500000; l'autre tube était gardé comme témoin. On faisait le vide dans ces tubes et l'on y laissait rentrer une atmosphère enrichie artificiellement en acide carbonique et en oxygène. Chaque expérience était accompagnée du prélèvement d'un échantillon de cette atmosphère pour l'analyse.

Les tubes remplis de ce gaz étaient laissés dans les conditions voulues d'obscurité ou de lumière pendant un temps convenable. On arrêtait l'expérience en faisant de nouveau le vide dans ces tubes dont on recueillait les gaz.

Nous avons effectué quatre séries d'expériences : la première, pour nous assurer que les rayons du radium seuls ne possèdent pas d'influence sur la composition du gaz mis en expérience dans les conditions où nous opérions; la deuxième, pour rechercher s'il y avait assimilation chlorophyllienne par les feuilles vertes en présence du radium; des deux tubes, l'un recevait des feuilles entourant l'étui de radium, l'autre contenait des feuilles seules et servait d'expérience témoin, les deux tubes étant maintenus à l'obscurité; la troisième et la quatrième séries étaient effectuées pour voir si les feuilles soumises préalablement à l'action du radium étaient encore susceptibles de respirer et d'assimiler normalement. On se servait alors des tubes préparés de la deuxième série en ayant soin d'enlever l'étui de radium du tube qui le renfermait et en laissant les feuilles dans les deux tubes au contact de l'atmosphère artificielle, soit à l'obscurité, soit à la lumière. Chaque série d'expériences comportait ainsi des essais témoins exécutés avec des feuilles n'ayant pas subi l'action du radium.

Les mélanges gazeux, dans ces divers essais, étaient analysés en absorbant l'acide carbonique par la potasse et l'oxygène par le pyrogallate de potasse.

Le Tableau suivant donne, entre autres, les résultats d'un certain nombre d'expé-

riences faisant partie de ces quatre séries et dans lesquelles on donne la composition centésimale des atmosphères initiales ou finales extraites des tubes après les différents essais et ramenée à 0° et à 760mm :

	Conditions des expériences.	Composition centésimale de l'atmosphère. Acide carbonique.	Oxygène.	Azote et gaz résiduels.	Rapport $\frac{O^2}{CO^2}$.	Observations.
Action des rayons du radium sur les feuilles vertes, à l'obscurité.	Atmosphère initiale........ ...	16,31	74,86	8,83	»	Lilas. — Surface, 78cm² Poids, 1g,40
	Atmosphère finale après séjour de 22 heures au contact de feuilles vertes, avec radium.	32,41	58,17	9,42	1,04	
	Id., sans radium.............	35,10	56,31	8,59	0,98	
	Atmosphère initiale..........	9,89	52,44	37,67	»	Lilas — Surface, 70cm² Poids, 1g,65
	Atmosphère finale après séjour de 24 heures au contact de feuilles vertes, avec radium.	36,07	26,58	37,35	0,98	
	Id., sans radium..	39,07	23,84	37,09	0,98	
Feuilles vertes ayant subi antérieurement l'action des rayons du radium. — *Respiration.*	Atmosphère initiale..........	9,93	55,62	34,45	»	Lilas — Surface, 70cm² Poids, 1g,65
	Atmosphère finale; feuilles ayant subi antérieurement l'action du radium; 24 heures à l'obscurité sans radium...	33,33	32,02	34,65	1,06	
	Atmosphère finale; feuilles témoins....................	42,20	23,37	34,43	0,99	
	Atmosphère initiale..........	9,89	55,65	34,46	»	Lilas — Surface, 70cm² Poids, 1g,65
	Atmosphère finale; feuilles ayant subi antérieurement l'action du radium; 24 heures à l'obscurité, sans radium...	33,35	32,02	34,63	1,00	
	Atmosphère finale; feuilles témoins....................	42,18	22,73	35,09	1,02	
Id. — *Assimilation.*	Atmosphère initiale..........	27,63	61,62	10,75	»	Lilas — Surface, 72cm² Poids, 1g,45
	Atmosphère finale; feuilles ayant subi antérieurement l'action du radium, pendant 36 heures; 7 heures au soleil.	21,36	68,02	10,62	1,01	
	Atmosphère finale; feuilles témoins....................	20,90	68,42	10,68	1,01	

Les résultats obtenus nous conduisent à énoncer les conclusions suivantes :

1° Les rayons du radium n'exercent aucune influence appréciable sur la composition de l'atmosphère avec laquelle ils sont mis en contact, du moins

en ce qui concerne l'oxygène et l'acide carbonique et dans les limites de temps (3 jours) qu'ont duré nos expériences;

2° Les cellules chlorophylliennes ne peuvent exercer le phénomène d'assimilation sous la seule influence des rayons du radium, ou tout au moins son intensité n'est pas assez considérable pour ne pas être masquée par le phénomène inverse de respiration;

3° Les cellules végétales paraissent cependant être altérées légèrement par ce contact, car, en étudiant les phénomènes de respiration et d'assimilation sous l'action solaire, comparativement sur des feuilles d'espèce et d'origine semblables, de surface et de poids égaux, maintenues à la même température, pendant un laps de temps identique, on constate une diminution d'intensité de ces phénomènes pour les feuilles ayant été soumises préalablement à l'influence des rayons du radium;

4° Le rapport $\frac{O^2}{CO^2}$ de respiration ou d'assimilation ne paraît pas influencé pour les feuilles soumises ou ayant été préalablement soumises à l'action des rayons du radium (1).

PHYSIOLOGIE. — *Du travail musculaire électriquement provoqué dans la cure des maladies par ralentissement de la nutrition et en particulier dans la cure de l'obésité.* Note de M. J. **Bergonié**, transmise par M. Bouchard.

On sait, surtout depuis les travaux de M. Bouchard, que l'apport et le besoin d'énergie règlent l'équilibre de la nutrition. Si l'un de ces deux termes s'accroît seul, deux états pathologiques en dérivent : c'est, d'une part, dans le cas de la *prédominance du besoin d'énergie,* le marasme; d'autre part, dans le cas de la *prédominance de l'apport,* l'obésité ou l'une des maladies du groupe si naturel appelé par M. Bouchard *maladies par ralentissement de la nutrition.*

On s'est surtout attaché jusqu'à présent, dans le traitement de ces maladies et en particulier dans la cure de l'obésité, à restreindre l'apport d'énergie

(1) Nos recherches étaient déjà très avancées quand nous avons appris que M. Devaux, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, avait examiné sommairement l'action du radium sur l'assimilation chlorophyllienne et avait trouvé, sans l'avoir publié, que cette action était « absolument nulle, du moins comme action directe, car le radium, en altérant la plante, peut modifier secondairement ses fonctions et l'assimilation chlorophyllienne en particulier ».

en restreignant soit la ration alimentaire, soit le rendement digestif, soit encore la richesse en calories des aliments ingérés. C'est sur ces principes que sont basées les cures de Harvey-Banting, d'Ebstein, de Dancel, de Schweninger, de Bouchard, de Pfeiffer, de Hirschfeld, etc. Ce n'est que très timidement que la thérapeutique de ces maladies s'est attaquée à l'autre terme, le besoin d'énergie, pour, en l'augmentant le plus possible, rétablir l'équilibre. A cela il y a plusieurs raisons dont la principale est que chez le *ralenti* et en particulier chez l'obèse, la dissipation de l'énergie ne se faisant le plus souvent sous la forme chaleur qu'à condition de s'être faite tout d'abord sous la forme travail mécanique, c'est en somme vers la lassitude et vers l'épuisement nerveux que ces malades, surmenés par leurs forces de volonté souvent inefficaces, étaient poussés.

Il y a, en effet, beaucoup d'obèses qui, peu vigoureux, peu musclés, nerveux, déprimés, atones, *torpides* et arrivés d'autre part à des recettes d'énergie réduites au minimum, sont incapables d'un effort psycho-moteur suffisant pour augmenter, par le travail musculaire volontaire, leurs dépenses organiques. A ceux-là le travail musculaire électriquement provoqué tel que je vais l'indiquer donne la seule solution thérapeutique. Chez les autres bien portants, vigoureux, *florides*, le travail électriquement provoqué s'ajoute et rend plus efficaces les autres formes physiothérapiques ou diététiques de la cure. Chez les rhumatisants, les goutteux, les glycosuriques, les migraineux, les intellectuels surmenés, les neurasthéniques au repos complet, etc., cet exercice, à peine conscient, permet un développement général ou local des muscles, un entraînement progressif, un travail musculaire violent ou léger, long ou court, et toujours exactement dosé; tout cela sans que la volonté intervienne si peu que ce soit, sans mise en jeu de la sensibilité, le sujet pensant à tout autre chose ou n'étant pas détourné de sa lecture.

Technique, forme du courant et facteurs électriques. — Tous les courants à états variables brusques et réguliers d'une fréquence de 40 à 100 par seconde peuvent être utilisés; ainsi le courant alternatif industriel, les courants intermittents de Leduc, etc. Celui qui s'est montré le mieux adapté au but est le courant des bobines d'induction ou courant faradique des médecins électriciens. Il est produit par une bobine à noyau, munie d'un interrupteur vibreur bien réglé. Le coefficient de transformation de cette bobine peut varier entre 2 et 3, ce qui donne avec 4 volts au primaire un voltage efficace de 8 à 12 volts au secondaire avec des intensités, mesurées au thermique, pouvant aller à 50 milliampères et au delà. Ce courant est rythmé à la demi-seconde par le métronome inverseur.

Électrodes, densité de courant, résistance, durée. — Les électrodes, dont quelques-unes fixées à un fauteuil ou à une chaise-longue, sont des plaques métalliques avec épais matelas spongieux imbibé d'eau chaude, recouvrant à peu près toute la surface du corps, sauf la face, la partie antérieure du thorax, les mains et les pieds. Leur surface totale utilisable a été portée chez certains sujets très volumineux jusqu'à 10000^{cm^2}. La densité pour 50 milliampères efficaces peut descendre à 0,01 milliampère par centimètre carré, la plus faible densité qui ait jamais été obtenue avec des intensités élevées; d'où l'absence complète de sensation au niveau de la peau. Toutes les électrodes sont paires et symétriques. Elles forment six groupes de deux, c'est-à-dire douze électrodes et sur chacune d'elles le courant peut être modifié dans sa polarité et son intensité par un tableau disposé à cet effet. La résistance du malade, ainsi *blindé*, peut descendre au-dessous de 200 ohms. Les séances peuvent durer jusqu'à 1 heure et plus sans qu'aucune fatigue du patient ait été observé sur un très grand nombre d'applications faites depuis plus de 10 ans.

Effets. — Les contractions rythmées sont généralisées à toutes les masses musculaires importantes ; mollets, cuisses, siège, dos, épaules. Elles sont assez énergiques, quoique absolument indolores, pour soulever le corps même surchargé au niveau des cuisses de 40^{kg} et davantage; les échanges respiratoires sont énormément augmentés; la température centrale du sujet tend à s'élever. Il se couvre souvent de sueur; pour quelques-uns la dissipation de la chaleur par l'évaporation doit être activée au moyen d'un ventilateur; la fréquence des mouvements respiratoires et du pouls augmente; la pression artérielle ne s'élève pas pendant l'exercice électriquement provoqué, mais s'abaisse après comme dans l'exercice ordinaire (Potain). Le poids de la graisse diminue très vite si la ration alimentaire est et reste celle d'équilibre avant le traitement. Les forces et la résistance à la fatigue du sujet s'accroissent.

MÉDECINE. — *Propriétés antirabiques de la substance cérébrale.* Note de M. A. Marie, présentée par M. E. Roux.

On connaît des toxines microbiennes qui peuvent être neutralisées par certains principes constituants de la substance nerveuse. A la suite des travaux de Wassermann sur la fixation de la tétanospasmine, nous avons

montré (¹) qu'elle est inactivée par le protagon et par un albuminoïde du cerveau, de nature encore indéterminée; de même, la toxine du botulisme est neutralisée par la lécithine et la cholestérine.

Nous désirons présenter l'exemple d'un microorganisme, dont l'action pathogène se trouve complètement empêchée par des substances extraites du cerveau de l'homme : il s'agit du virus rabique.

Ayant eu à notre disposition l'encéphale d'une personne morte de rage, nous avons soumis, à l'action du vide sulfurique, le liquide obtenu en comprimant le cerveau, broyé avec du sable, à plusieurs centaines d'atmosphères. En reprenant par l'eau distillée le suc desséché et pesé, on peut préparer une solution isotonique et la filtrer à travers une bougie. Cette solution présente une propriété tout à fait remarquable. Mélangée avec son volume d'une émulsion centésimale de virus rabique (virus fixe), elle le neutralise en quelques heures, car le mélange, injecté dans le cerveau d'un lapin ou d'un cobaye, se montre absolument inoffensif pour eux.

Fait surprenant, ce pouvoir neutralisant ne se manifeste pas seulement avec l'extrait de cerveau d'une personne ayant succombé à la rage : nous avons pu l'observer en utilisant l'encéphale d'individus qui étaient morts des maladies les plus diverses, tuberculose, scarlatine, infection puerpérale, épilepsie, paralysie générale.

Nous ajouterons ceci : les extraits cérébraux ne sont pas toujours inoffensifs par injection dans le cerveau des animaux, mais ils se montrent d'autant plus toxiques (²) que leur pouvoir neutralisant est plus élevé pour le virus rabique, ce qui est le cas dans la rage, la paralysie générale, l'épilepsie. Les choses se passent comme si le cerveau humain réagissait en élaborant des produits d'autant plus actifs qu'il prend lui-même dans la maladie une part plus considérable.

La substance qui donne à l'extrait de cerveau humain, un semblable pouvoir antirabique, se retrouve dans des précipités offrant les propriétés générales qu'on attribue aux nucléoprotéines, comme le prouve la préparation suivante :

On traite par une solution sodique faible (1 pour 100), un fragment de cerveau humain et l'on filtre l'émulsion sur bougie. L'addition d'une certaine quantité de HCl au filtrat détermine, comme on le sait, la formation d'un précipité qu'on peut recueillir après centrifugation, puis redissoudre dans un liquide faiblement alcalin,

---

(¹) A. Marie et M. Tiffeneau, *Ann. Institut Pasteur*, t. XXII, 1908, p. 289.

(²) A. Marie, *Comptes rendus*, t. CXLI, 14 août 1905, p. 394.

un sérum sanguin par exemple. Or, mélangée en proportions convenables avec du virus rabique, la nucléoprotéine ainsi obtenue le neutralise et l'on peut inoculer sans danger un tel mélange dans le cerveau des animaux, tout comme s'il s'agissait de virus rabique inactivé par un sérum antirabique.

Ce mode de préparation est avantageux, car il permet d'opérer sur de petites quantités de matière cérébrale et ainsi d'étudier les propriétés des nucléoprotéines du cerveau, chez différentes espèces animales.

Cette étude nous a révélé un fait inattendu. Tandis que chez l'homme, l'encéphale, recueilli à la suite des maladies les plus diverses, a toujours fourni des extraits doués d'un pouvoir antirabique souvent élevé, au contraire, chez des animaux tels que *chimpanzé*, chien, lapin, cobaye, rat, pigeon, nous n'avons jamais observé de propriétés antirabiques dans les nucléoprotéines extraites de leur cerveau, après nous être mis cependant dans les mêmes conditions que pour l'encéphale de l'homme. Toutefois, nous ne voudrions pas affirmer l'absence de toute propriété analogue car, en certains cas, elle s'est manifestée dans le cerveau des lapins qui avaient succombé à la rage. Mais jamais nous n'avons pu constater de pouvoir antirabique dans le cerveau des animaux sains ou atteints de maladie autre que la rage. D'autre part, comme ce pouvoir fait également défaut dans l'encéphale d'espèces presque réfractaires (1) à l'action du virus fixe, nous pouvons admettre que les propriétés antirabiques du cerveau, constatées chez une espèce aussi sensible que l'homme à l'infection rabique, paraissent être sans relation importante avec l'état réfractaire qui caractérise certains oiseaux.

Tels sont les faits que nous avons désiré présenter aujourd'hui, nous réservant d'étudier les différentes questions qu'ils soulèvent.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action du suc pancréatique sur les éthers.* Note de MM. **L. Morel** et **E. Terroine**, présentée par M. Dastre.

Claude Bernard a montré le premier que le suc pancréatique possède la propriété de dédoubler les éthers; depuis on a signalé diverses actions hydrolysantes des macérations de pancréas. Nous avons repris systématiquement l'étude du dédoublement des éthers par le suc pancréatique. Notre

(1) A. Marie, *C. R. Soc. Biologie*, t. LVI, 573.

but était de rechercher comment se comportaient, vis-à-vis des ferments, des corps de même famille chimique, mais présentant des différences soit dans le poids moléculaire, soit dans la configuration moléculaire, soit par suite de la présence de groupements surajoutés.

Dans cette Note nous donnons les résultats de l'étude des actions du suc pancréatique de sécrétine (Chien) sur des éthers d'acides gras divers. Les éthers comparés sont, bien entendu, employés en quantités équimoléculaires; les mélanges (éther et ferment) mis à digérer au thermostat à 40° sont dosés après un certain temps à l'aide de $NaOH\frac{N}{20}$ en présence du phénolphtaléine. (Tous les chiffres donnés ci-dessous représentent donc des quantités en centimètres cubes de $NaOH\frac{N}{20}$ nécessaires pour neutraliser.)

I. *Action comparée du suc seul et du suc additionné de sels biliaires.* — On sait que l'action du suc sur l'huile est nettement augmentée par adjonction de sels biliaires; ce phénomène est beaucoup plus important lorsqu'il s'agit de l'action sur les éthers.

En effet le suc seul attaque très peu les éthers; par contre l'hydrolyse est très active dès qu'on ajoute des sels biliaires :

	Suc seul.	Suc + Sels bil. 0,2 pour 100.
Acétate d'éthyle...........	0,4	5,1
Propionate d'éthyle	4,2	12,7
Butyrate d'éthyle	5,3	20,0

Les expériences dont nous donnons les résultats dans les paragraphes suivants ont été faites en présence de sels biliaires à une concentration de 0,2 pour 100.

II. *Action sur les éthers éthyliques d'acides gras saturés mono- et dibasiques de poids moléculaires croissants.* — Cette action présente dans chaque série un même fait très curieux. La valeur du dédoublement augmente jusqu'à un certain point (éther butyrique dans la série mono, éther glutarique dans la série dibasique), puis elle diminue ensuite :

Éther	acétique..........	6,2	Éther	malonique.........	1,5
»	propionique.......	15,2	»	succinique.........	9,1
»	butyrique.........	15,7	»	glutarique.........	13,7
»	valérianique	2,2	»	subérique..........	2,3
»	caproïque.........	6,6	»	sébacique..........	0,8
»	caprylique........	4,2			
»	laurique..........	2,1			
»	palmitique........	1,5			
»	stéarique.........	0,7			

Lorsqu'on fait l'hydrolyse de ces corps par des agents chimiques ordinaires (acides ou bases), la vitesse de l'hydrolyse décroît régulièrement avec le poids moléculaire,

ainsi que l'ont vu de nombreux auteurs (Mentschutin, Ostwald, etc.) et comme nous l'avons souvent vérifié.

III. *Action sur les éthers acétiques d'alcools à poids moléculaires croissants.* — Nous trouvons dans cette série le même phénomène que dans les séries précédentes, Tandis que l'hydrolyse par un acide se fait avec une vitesse qui décroît régulièrement avec le poids moléculaire, le suc pancréatique dédouble les acétates avec une vitesse qui croît jusqu'à l'acétate de butyle pour diminuer ensuite :

Acétate de méthyle......	5,0	Acétate de butyle.........	8,6
» d'éthyle........	5,1	» d'amyle..........	3,9
» de propyle.......	6,7	» de capryle........	0,0

IV. *Action sur les éthers d'acides hydroxylés.* — Armstrong a signalé que les éthers malique et tartrique étaient peu dédoublés par les lipases. Lors du dédoublement par le suc pancréatique, la vitesse de l'hydrolyse est beaucoup plus faible pour le composé d'acide hydroxylé que pour le composé correspondant dont l'acide ne contient pas de groupement alcoolique :

Éther acétique..........	3,8	Éther glutarique..........	16,3
» glycolique........	2,9	» β-oxyglutarique....	3,4
Éther propionique.......	8,8	Éther succinique.........	12,2
» lactique..........	2,2	» malique...........	1,0
» glycérique........	0,3	» tartrique..........	0,8
Éther butyrique.........	11,4		
» β-oxybutyrique....	2,5		

On obtient des faits exactement inverses lors du dédoublement de ces différents corps par un acide.

V. *Action sur les éthers d'acide-cétone.* — L'hydrolyse d'un éther d'acide contenant un groupement cétonique se fait toujours beaucoup moins bien que celle du composé correspondant à acide non cétonique, que l'agent hydrolytique soit un acide, une base ou le suc pancréatique :

	Suc pancréatique.	H Cl.
Éther butyrique..............	11,7	10,5
Éther acétylacétique...........	0,4	4,0

VI. *Action sur les éthers d'acide à liaison éthylénique.* — La présence d'une liaison éthylénique dans l'acide retarde considérablement le dédoublement par les acides ou le suc pancréatique.

	Suc pancréatique.	H Cl.
Éther butyrique..............	10,3	10,5
Éther crotonique..............	1,9	3,0

VII. *Action sur les éthers d'acide iso.* — Les éthers d'iso-acides sont, comme on sait, dédoublés aussi vite que leurs correspondants normaux par les acides ou les

bases. Par contre, le suc pancréatique attaque à peine les composés iso étudiés (éthers isobutyriques, isosuccíniques) :

	1h 15m.	4h 25m.	20h.	44h.	92h.	188h.
Butyrate d'éthyle.....	2,5	6,5	15,9	18,0	18,6	19,6
Isobutyrate d'éthyle..	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2

Conclusions. — I. L'action du suc pancréatique sur les éthers est très faible; elle est considérablement renforcée par l'addition de sels biliaires.

II. Dans un grand nombre de cas l'hydrolyse par le suc pancréatique se comporte d'une manière très différente de celle opérée par des agents chimiques (acides, bases).

III. Nos résultats sont peu conformes à l'idée de spécificité des ferments. Le suc pancréatique dédouble, plus ou moins, un nombre considérable d'éthers, dira-t-on que chaque dédoublement est effectué par une diastase spécifique? Il nous semble beaucoup plus juste d'admettre qu'un même catalysateur agit sur tous ces corps dont le mode de combinaison est identique; mais il existe dans l'action de ce catalysateur des *modalités*, modalités déterminées par des variations de composition de l'un des radicaux, modalités analogues d'ailleurs à celles qu'on peut trouver dans l'action des catalysateurs chimiques ordinaires. La notion de spécifité absolue qui semble triompher actuellement dans le cas des hydrates de carbone ne peut donc en réalité s'appliquer à celui des corps gras où il s'agit au contraire d'une *action propre non pas à un corps mais à une fonction chimique*.

PARASITOLOGIE. — *Sur un Mycétozoaire nouveau endoparasite des Insectes.* Note de M. **Louis Léger**, présentée par M. Guignard.

Les tubes de Malpighi de l'*Olocrates abbreviatus*, Coléoptère ténébrionide du midi de la France, hébergent assez fréquemment un Mycétozoaire endoparasite encore non décrit et que je désignerai sous le nom de *Peltomyces hyalinus* n. g. n. sp.

Le parasite se présente à l'état de stades végétatifs avec multiplication endogène (schizontes) et sous forme de stades sporogènes (sporontes) donnant des spores résistantes, binucléées, destinées à la multiplication exogène.

Schizontes et sporontes sont étroitement appliqués à la surface des cellules épithéliales des tubes de Malpighi et ils sont parfois si nombreux qu'ils en obstruent la lumière.

Schizogonie. — Les stades végétatifs débutent par une petite masse globuleuse ou piriforme de 2^{μ} environ avec un petit noyau formé d'un amas de grains chromatiques et d'un karyosome situé latéralement. Ils grandissent en multipliant leurs noyaux par mitose et donnent des plasmodes de forme variée, aplatis, discoïdes, en cloche ou en massue, qui s'étendent à la surface de l'épithélium.

Ces masses végétatives qui, sur le vivant, présentent un aspect hyalin, ont des noyaux nombreux et petits, tous semblables, et se multiplient de diverses manières : par plasmotomie, par schizogonie multiple en bouquet (chez les formes massives) ou en chapelet (chez les formes allongées) donnant de nombreux schizozoïtes globuleux uninucléés de 2^{μ} à 3^{μ} de diamètre qui répandent l'infection sur une grande longueur du tube malpighien. Au terme de cette active multiplication survient la sporogonie.

Sporogonie. — A cet effet, un schizozoïte uninucléé se fixe à l'épithélium et grandit sans se diviser, en prenant la forme de dôme. En même temps, son noyau se multiplie et donne, de bonne heure, des noyaux de deux sortes. Les uns, petits et fortement colorables, à chromatine massive, sans paroi distincte, se portent à la périphérie : ce sont les noyaux pariétaux ou somatiques. Les autres, plus gros, de structure normale, avec un suc nucléaire clair et une paroi distincte restent dans la région centrale : ce sont les noyaux germinatifs ou sexuels.

Au terme de leur multiplication, les noyaux sexuels s'entourent chacun d'une petite masse sphérique de cytoplasme pur et hyalin et forment ainsi autant de gamètes en forme de boule régulière de 2^{μ} environ de diamètre. La formation endogène de ces éléments a pour résultat de découper dans le cytoplasme du sporonte autant d'alvéoles renfermant chacune un gamète. La paroi de ces alvéoles est formée de cytoplasme granuleux non utilisé en continuité avec la couche périphérique renfermant les petits noyaux somatiques. Finalement les alvéoles deviennent indistincts par liquéfaction de leur mince paroi et les gamètes, en contact, s'unissent deux à deux après que leur noyau a subi une réduction chromatique. Il se forme ainsi dans la cavité du sporonte, dont le corps est maintenant réduit à une mince paroi, des copulas d'abord sphériques avec deux noyaux, puis rapidement ovoïdes allongées avec un seul gros synkaryon. Autour de chacune d'elles apparaît bientôt une mince paroi qui les transforme en une spore à noyau d'abord très faiblement chromatique et situé à l'un des pôles. Puis la paroi s'épaissit en même temps que la spore qui mesure $9^{\mu} \times 3^{\mu},2$ prend sa forme définitive cylindrique arrondie aux deux bouts. Le noyau gagne alors le milieu de l'élément, puis se divise en deux petits noyaux à grains chromatiques tassés qui se placent à une égale distance du centre. La spore est alors mûre.

Il arrive parfois que, à l'intérieur du sporonte, certains gamètes ne copulent pas ; il donnent alors directement des spores parthénogénétiques de taille moitié plus petite que les spores sexuelles. Enfin, dans certains cas, le sporonte, sans doute trop précocement formé, donne, au lieu de véritables gamètes, de nombreux petits éléments gamétoïdes, plus petits que les éléments sexuels et qui s'échappent directement de son corps pour se comporter dans l'organe infesté comme des schizozoïtes. C'est là une véritable génération endogène parthénogénétique.

Lorsque les spores sont ainsi définitivement constituées, le sporonte n'est plus qu'un sac ou sporange à paroi frêle, parsemée de petits noyaux somatiques dégénérés et renfermant les spores mûres en nombre variable (de 4 à 12) disposées côte à côte. Il se

détache alors de la paroi des tubes de Malpighi et, entraîné dans la lumière du tube avec les produits d'excrétion, il livre bientôt passage aux spores qui gagnent l'extérieur avec les excréments.

Par sa morphologie et le mode de multiplication des stades végétatifs, par sa sporogonie qui présente un remarquable exemple de sexualité, le *Peltomyces* se rattache aux *Mycetozoa* inférieurs et se place, croyons-nous, à côté des *Plasmodiophora*, dans lesquels on sait, depuis Prowazek, que les spores résultent également d'un processus sexué.

En terminant, je rappellerai que H. Crawley, en 1905, a signalé dans les tubes de Malpighi d'un Orthoptère, le *Blatella germanica*, un Protiste très voisin du précédent, que, dans une courte description, cet auteur rattache à tort au genre *Cœlosporidium* (Mesnil et Marchoux) dont les caractères sont très différents. Ayant retrouvé cet organisme et suivi son évolution, j'ai pu m'assurer qu'elle est semblable à celle du *Peltomyces* que je viens de décrire. Les spores diffèrent seulement par leur taille moindre (5^{μ}), leur forme plus élargie, et la présence d'un noyau unique, à l'état mûr. Cet organisme doit donc rentrer dans le genre *Peltomyces*.

Enfin, une autre espèce de *Peltomyces* vit dans les tubes de Malpighi de *Forficula auricularia*. Je la désignerai sous le nom de *P. forficulæ*. Elle est très voisine de *P. Blatellæ*, mais s'en distingue toutefois par la taille un peu plus grande de ses spores ($6^{\mu},4 \times 3^{\mu},3$), ses plasmodes en forme de dôme élargi et ses sporanges à spores très nombreuses et à paroi gélifiable.

Le genre *Peltomyces*, endomycétozoaire des Insectes, comprend donc actuellement trois espèces :

Peltomyces Blatellæ H. Crawley	des tubes de Malpighi de	*Blatella germanica*.
Peltomyces hyalinus n. sp.	» »	*Olocrates abbreviatus*.
Peltomyces forficulæ n. sp.	» »	*Forficula auricularia*.

GÉOLOGIE. — *L'instabilité du Plateau suisse dans les temps postglaciaires.* Note (¹) de M. E. ROMER, transmise par M. Michel Lévy.

La discussion sur les zones morphologiques de la Suisse a conduit à cette conclusion : que le Plateau suisse est encore actuellement en voie d'exhaussement.

(¹) Transmise dans la séance du 12 juillet 1909.

La question est d'une si grande importance qu'un tel résultat doit être confirmé par d'autres faits que des calculs théoriques. Dans ce but, j'ai parcouru en grande partie les vallées de la Sarine, de la Singine et de la Broye.

En amont de Gruyère, la Sarine coule dans une vallée très ancienne qui est du même âge que le charriage des Préalpes. La configuration de la vallée est restée absolument identique à celle qu'elle possédait à la fin du stade de Buhl.

La pente des graviers fluvio-glaciaires à ce stade y est, sur une longueur de 21^{km} (Moulin-Épagny), parallèle au lit actuel du fleuve à une hauteur de 20^{m} au-dessus [1].

Dans sa partie aval, ce même cours d'eau s'écoule dans une vallée méandrée dont la direction est ancienne, d'un âge antérieur au Wurmien.

Les cas de demi-épigénèse, dans lesquels le lit de la Sarine ou de ses affluents se trouve formé d'un côté par la roche en place et de l'autre par les alluvions, sont pour moi la preuve de la stabilité du réseau hydrographique, même dans les circonstances les plus défavorables.

Dans le large bassin de Bulle, si complètement comblé par des graviers et des moraines, la Sarine a pu retrouver plusieurs fois son ancien lit.

Le grand canon de la Sarine commence en aval de ce bassin, mais il est creusé actuellement dans une profonde vallée plus ancienne que lui.

On peut se rendre compte, d'après ce qui est visible dans les ravins, que les dépôts glaciaires, dans la vallée de la Sarine, sont plus épais que sur le plateau; d'autre part le contact de la formation glaciaire avec la molasse se trouve, dans les affluents, à un niveau supérieur à celui qu'il occupe dans la Sarine. Ces faits sont la preuve suffisante que cette dernière, même dans ses détails, n'a pas changé la direction de son cours, depuis la glaciation wurmienne du moins.

Une vallée a toujours une pente; les dépôts fluvio-glaciaires, en amont d'Épagny, en ont une, mais le glaciaire en aval du bassin de Bulle est en grande partie détruit, et la vallée est creusée dans la molasse; *donc le contact entre la roche en place et le glaciaire, soit le fond de la vallée à cette époque, doit avoir, lui aussi, une pente.*

Dans l'unique issue du bassin de Bulle et dès l'entrée dans le canon de la Sarine, la *Nagefluh* apparaît soudainement; son contact avec la moraine est à 4^{m} au-dessus du fleuve; dès ce point, le contact monte constamment ou est du moins fortement perturbé.

[1] NUSSBAUM, *Vergletscherung des Saanegebietes*, Berne, 1906, p. 62.

Le contact de la molasse avec le glaciaire découvert dans le canon de la Sarine y fait en particulier quatre larges ondulations.

Les points culminants de ces ondes se trouvent près de Rossens, en amont et en aval de Fribourg, et près de Grand-Vivy.

Les parties concaves de ces ondes, correspondant aux fonds bas, se remarquent, près de la Tuffière, dans la ville de Fribourg elle-même, et au voisinage de la Sonnaz. Les points culminants sont à 50ᵐ-60ᵐ au-dessus du niveau du fleuve, les points les plus bas du contact se trouvent à 20ᵐ environ au-dessus du lit actuel.

Le formidable développement des graviers localisés daas la concavité des ondulations, bien visibles dans la banlieue de Fribourg, est encore plus considérable aux environs de Corpataux et de la Tuffière, démontrant ainsi l'effet des mouvements sur les procédés de l'érosion et de l'accumulation.

La région de la Sarine fournit l'occasion de préciser l'époque des mouvements, puisque le bassin comblé de Bulle a pris part, lui aussi, à ce phénomène. La partie supérieure des alluvions y est formée des graviers fluvioglaciaires du glacier de la Sarine pendant les stades de Bühl. Ceux-ci sont, sur une grande distance en amont, parallèles au niveau du fleuve, à une distance de 20ᵐ au-dessus.

Dans le bassin de Bulle, cette distance croît, perturbée qu'elle a été par les mouvements; elle est de 25ᵐ à Épagny, 40ᵐ à Broc, 60ᵐ à Villarvolard, 70ᵐ à Corbières.

Ce mouvement est donc en bonne partie d'âge postbühlien.

J'ai pu constater également dans la vallée de la Singine trois larges ondulations dont la hauteur dépasse 120ᵐ, grâce à l'épigénèse.

La partie basse de l'onde monte jusqu'à 60ᵐ; on peut vraisemblablement conclure de ce fait que cette partie du Plateau a subi une plus grande élévation.

Ces mouvements qui ont bouleversé le Plateau suisse occidental à une époque très récente ont des directions très intéressantes : de ONO-ESE qu'elles sont dans le bassin de la Broye, elles deviennent SO-NE dans les territoires coupés par la Glâne, la Sarine et la Singine. Parallèles à la direction du lac Léman supérieur, ces mouvements deviennent ensuite parallèles au bord alpin. Ne sont-ils pas en continuité avec les courbures du Plateau suisse oriental démontrées par Heim et Aeppli dans leurs célèbres études [1] sur le lac de Zurich ?

---

(1) Les terrasses les plus basses citées par MM. Heim et Aeppli ont une courbure de 65ᵐ; dans la terrasse supérieure elle monte jusqu'à 100ᵐ; il y a là un cycle de mouvements non simultanés.

Je crois pouvoir répondre affirmativement et conclure de la façon suivante :

Le sol du Plateau suisse est instable encore maintenant; en raison de ce fait, la principale thèse de la morphologie glaciaire n'est pas soutenable.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 1er février 1909.)

Note de M. *A. Demoulin*, Sur les familles de Lamé composées de cyclides de Dupin :

Page 272, ligne 6, *au lieu de* $\zeta = s' + \lambda'$, *lisez* $\xi = s + \lambda$.

(Séance du 22 février 1909.)

Note de M. *A. Demoulin*, Principes de Géométrie projective :

Page 462, ligne 4, en remontant, *au lieu de* caractéristique, *lisez* conjuguée.

(Séance du 7 juin 1909.)

Addition à la Note, *Sur une généralisation de la géométrie des cyclides*, par M. B. Hostinsky (p. 1504) :

J'apprends, après avoir publié cette Note, que la théorie des surfaces que j'y appelle (Σ) a été l'objet d'un Mémoire de M. P.-F. Smith [*On surfaces envelopped by spheres belonging to a linear spherical complex* (*Transactions of the American mathematical Society*, Vol. I, 1900)]. Plusieurs théorèmes, énoncés dans ma Note, se trouvent démontrés dans ce Mémoire qui contient même des théorèmes plus généraux.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1909.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, rappelant la traversée récente du Pas de Calais, termine en ces termes :

Nous avons tous applaudi au brillant succès que vient de remporter M. Blériot. L'Institut avait donné il y a quelques semaines la moitié du prix Osiris à M. Blériot. Ceux qui le connaissent n'ont pas été étonnés du voyage qu'il a fait hier. M. Blériot est à la fois un mécanicien avisé et un pilote audacieux : ce sont là deux qualités rarement réunies. Autant que nous permettent d'en juger les dépêches, le voyage s'est effectué dans des conditions très intéressantes, je veux dire au milieu de grands remous de vents, qui ont montré la merveilleuse souplesse du monoplan construit par notre lauréat. Des traversées analogues seront sans doute faites prochainement. L'Académie adresse ses félicitations à nos courageux aviateurs ; leurs exploits sont de véritables triomphes pour notre pays.

CHIMIE GÉOLOGIQUE. — *Méthodes pour recueillir et conserver les gaz des fumerolles, des sources ou des sols volcaniques.* Note de M. **Armand Gautier**.

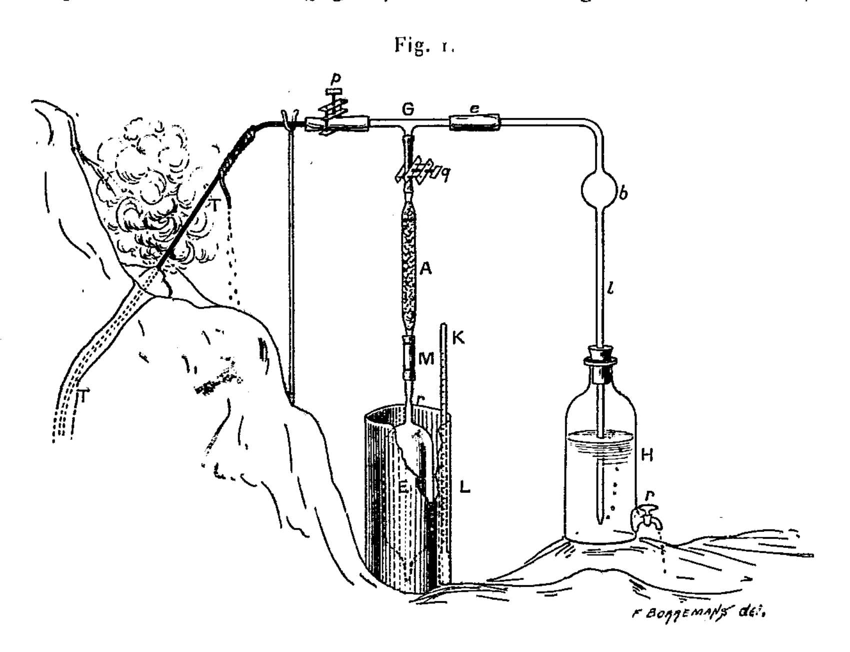
De multiples remarques faites sur le terrain, au cours de mes études sur les émanations volcaniques précédemment publiées (¹), m'ont amené, pour recueillir les gaz qui se dégagent des failles, des eaux ou du sol lui-même, à adopter quelques dispositifs très simples et d'une réalisation facile, que je crois bon de faire connaître.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1708, et t. CXLIX, p. 84.

A. *Recueil des gaz des fumerolles.* — Après avoir choisi, sur place, une fente profonde et étroite d'où s'exhalent abondamment les produits gazeux à recueillir, on prend d'abord la température des gaz émis en plongeant dans la fente rocheuse un thermomètre à maximum protégé par une enveloppe de laiton.

On fait ensuite pénétrer dans la fissure de la roche, aussi profondément qu'on le peut, un tube TT (*fig.* 1) en cuivre rouge bien malléable, de 3^{mm}

Fig. 1.



environ de section intérieure et de 1^m à 2^m de long, et l'on maçonne autour de ce tube la fente à fumerolles jusqu'à 1^m environ de chaque côté avec des pierres, des cendres et du plâtre gâché pour éviter, autant que possible, l'accès de l'air extérieur.

L'extrémité du tube TT qui sort du sol, refroidie par une bande de toile enroulée, tenue toujours mouillée, est reliée à un aspirateur plein d'eau H par un tube en *t*, G, à la branche pendante duquel on peut adapter par un bon caoutchouc le réservoir AME où l'on recueillera les gaz (1). Ce réservoir

(1) Au cas où l'on est dans une région sans eau ou glaciale, on peut se servir de mon aspirateur à soufflet, en caoutchouc, que j'ai déjà employé pour recueillir les microbes de l'atmosphère (*Revue scientifique*, 1er mai 1886) et, en août 1898, aux Pyrénées, pour la recherche des gaz combustibles de l'air (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXII, p. 83).

est formé de deux parties réunies par un caoutchouc à vide bien ficelé. La partie A est un tube assez large, rempli de fragments de chlorure de calcium neutre et sec. Cette partie A a été pesée exactement avant de la réunir au réservoir proprement dit E. Le vide complet est fait, au laboratoire, en AME, puis l'extrémité supérieure de A a été effilée et fermée à la lampe.

Lorsqu'on veut recueillir les gaz des fumerolles, le tube de cuivre TT ayant été introduit d'abord dans le sol, comme il vient d'être dit, et fixé au tube G, le réservoir AME est suspendu verticalement en G, puis enveloppé d'une boîte métallique L portant un thermomètre K. On ouvre alors le robinet *r* du flacon plein d'eau H. L'eau en s'écoulant lave d'air tout l'appareil qui se remplit bientôt du gaz des fumerolles. En vissant alors la pince *q*, on casse la pointe effilée du tube A et les gaz peuvent dès lors s'introduire dans le réservoir E.

Pour régler cette introduction, on ferme presque à fond la pince *p*, et l'on desserre avec précaution *q*. Les gaz étant aspirés vers E, un vide partiel se produit en G et l'on voit l'eau du flacon H remonter avec une certaine vitesse dans le tube *l*. Cette ascension plus ou moins rapide mesure cette vitesse, que l'on modère ou active grâce à la pince *q*; l'entrée des gaz étant ainsi réglée, on desserre complètement *p*, et on laisse se remplir le réservoir E.

Pour savoir s'il est bien plein de gaz, il suffit de fermer la pince *p* et de s'assurer que l'ascension de l'eau du flacon H ne se produit plus dans le tube *l*.

On note alors la pression ambiante et la température du réservoir marquée par le thermomètre K, puis l'on scelle à la lampe éolipyle le réservoir E en fondant son tube terminal au rétrécissement *r* pratiqué d'avance.

La pince *q* ayant été alors serrée définitivement, le tube A avec son caoutchouc et le réservoir à gaz E scellé à la lampe sont détachés et transportés au laboratoire. On extrait les gaz du réservoir E par la pompe à vide en notant la température et la pression du jour, et l'on fait l'analyse comme à l'ordinaire.

On a dit que le tube A avait été préalablement pesé avant l'introduction des gaz. On enlève soigneusement les ligatures de caoutchouc et on le repèse en ayant soin de ne pas perdre les fragments de l'effilure de ce tube cassée au moment de l'ouverture sur place, retenus dans le caoutchouc. L'augmentation de poids du tube A correspond à la quantité de vapeur d'eau qui accompagnait les gaz recueillis en E.

Il est facile de calculer le volume qu'occupait cette vapeur d'eau à la tem-

pérature et la pression des gaz sortant de la fumerolle, et par conséquent de connaître le volume total des gaz proprement dits et de la vapeur d'eau qui les accompagnait dans les conditions où ils sont issus de la faille volcanique.

Cette méthode permet de tenir compte (ce qu'on n'a pas généralement fait jusqu'ici) du grand volume de vapeur d'eau mélangé dans les fumerolles aux gaz proprement dits; elle réalise l'emmagasinement de ces gaz à une température connue, relativement basse, et sous un volume réduit qui en facilite le transport. Elle a surtout le grand avantage, en privant ces gaz de toute humidité, de les mettre à l'abri des altérations que peuvent leur faire subir ultérieurement la présence de la vapeur d'eau qui transforme ou décompose plus ou moins lentement un certain nombre d'entre eux, tels que les fluorures et chlorures métalloïdiques, l'oxysulfure de carbone, et même l'oxyde de carbone et l'hydrogène sulfuré.

S'il s'agit de recueillir sans mélange d'air un gaz qui se dégage plus ou moins abondamment non plus d'une faille, mais à la surface d'un terrain sableux ou boueux, on peut se servir du même dispositif très peu modifié. Les gaz, au sortir du sol, sont reçus sous une sorte d'entonnoir de cuivre renversé à long col étroit. Il porte dans l'intérieur, à quelques centimètres au-dessous de la naissance de sa tubulure, une cloison métallique perpendiculaire à l'axe et fermant presque le haut de cet entonnoir, sauf deux petites ouvertures intérieures latérales. Cette paroi a pour objet d'arrêter les sables et poussières projetés qui pourraient engorger le tube d'aspiration. Après avoir placé sur le sol ce petit appareil au point de dégagement gazeux convenable, on l'enveloppe de terre humide, en ne laissant passer que son long col droit. Quand, en se dégageant, les gaz ont purgé d'air ce petit appareil, on introduit par sa tubulure le tube métallique TT représenté figure 1, et l'on recueille ces gaz en opérant comme dans le cas précédent.

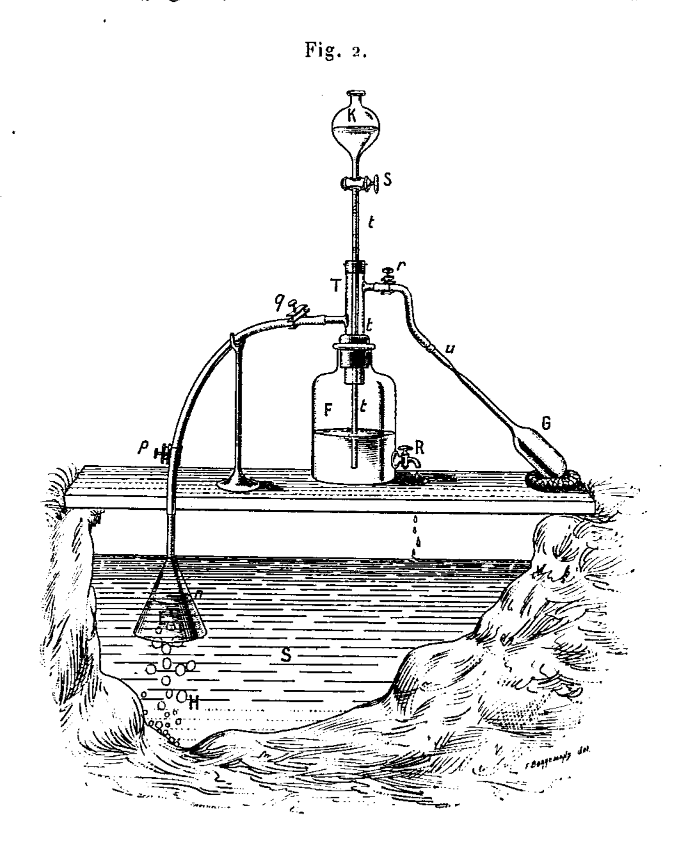
B. *Recueil des gaz très riches en* CO^2 *à la sortie de l'eau ou du sol.* — Il m'est arrivé d'avoir à recueillir, à la sortie de l'eau ou du sol, des gaz très riches en acide carbonique (98 à 99 pour 100) comme au cirque d'Agnano ou à la solfatare de Naples ([1]) et, en raison de la commodité du transport pour éviter l'encombrement de grands volumes gazeux, j'ai tenu à séparer sur place les autres gaz tels que méthane, azote, argon, hélium, etc., qui

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 89.

présentent surtout de l'intérêt. Je me suis servi dans ce but du dispositif suivant :

Soit une source S (*fig.* 2) émettant en H une certaine quantité de gaz

Fig. 2.



très riches en acide carbonique. On les reçoit sous un entonnoir renversé E suspendu à un large tube de caoutchouc portant deux pinces *p* et *q*. Ce tube, préalablement rempli de l'eau de la source, est mis en communication avec le flacon à robinet F, lui-même plein d'eau. Le large conduit de verre T qui le surmonte est traversé par un tube à boule à robinet chargé de potasse caustique, et porte latéralement une tubulure mise par un caoutchouc et la pince *r* en communication avec le récipient à gaz G dont le col effilé a été fermé à la lampe au laboratoire après avoir fait le vide dans le matras.

Lorsqu'on veut recueillir le gaz de la source, on ouvre le robinet R ; l'eau du flacon F s'écoule et aspire dans le flacon le gaz qui s'est dégagé sous l'entonnoir. Quand le flacon en est suffisamment plein, on y laisse couler, en ouvrant le robinet S, la lessive de potasse du tube K. En agitant alors un

peu le flacon F, l'acide carbonique est absorbé, l'eau remonte par le tube *pq* et l'on peut répéter au besoin cette opération aussi souvent qu'on le veut.

Lorsque le flacon F est suffisamment rempli du gaz résiduel, il suffit de casser dans le caoutchouc la pointe effilée du matras récipient G pour que celui-ci se remplisse. On scelle alors G à la lampe ou à l'éolipyle au point de sa tubulure rétrécie d'avance *u*.

C'est ce gaz, en grande partie privé d'acide carbonique, qu'on analysera plus tard.

Il ne reste qu'à faire à la source même, sur le gaz total primitif recueilli dans un tube gradué, un dosage volumétrique rapide de l'acide carbonique qui permettra de calculer ensuite dans quels rapports sont les autres constituants du mélange gazeux total.

Si les gaz très riches en acide carbonique se dégagent non plus de l'eau, mais du terrain lui-même, on peut avec ce même dispositif à peine modifié, et en tenant compte de ce qui a été dit plus haut pour le recueil des gaz qui sortent directement du sol, priver sur place ces gaz d'acide carbonique et ne recueillir que les gaz plus rares : méthane, oxyde de carbone, azote, hélium, sans aucun mélange avec l'air ambiant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La loi des tensions fixes de dissociation.* Note de **M. Henry Le Chatelier**.

La loi des tensions fixes de dissociation prévue par Henri Sainte-Claire Deville, formulée pour la première fois d'une façon précise par Debray, à l'occasion de ses recherches mémorables sur la dissociation du carbonate de chaux, occupe une place importante dans l'histoire du développement de nos connaissances chimiques. La simplicité de son énoncé, ses analogies avec la loi semblable, depuis longtemps connue, relative aux tensions de vapeur, explique sa rapide popularité. Elle a rendu le grand service de contribuer à familiariser les chimistes avec les notions nouvelles de la Mécanique chimique. On pourrait supposer à première vue qu'il ne subsiste plus aujourd'hui aucune obscurité sur une notion introduite dans la science depuis cinquante ans et connue des plus jeunes étudiants.

Lorsqu'on se propose cependant de donner dans un cours quelques exemples numériques des applications de cette loi, on ne réussit pas à en trouver qui offrent des garanties quelconques d'exactitude. De nombreuses expériences ont été faites sur la dissociation des hydrates salins, c'est-à-dire sur ce qu'on appelle *l'efflorescence des*

sels; elles sont toutes discordantes. Il en est de même pour le carbonate de chaux; jusqu'à ces derniers temps on ne connaissait pas, à 100° près, la température de sa dissociation sous la pression atmosphérique. Les seules expériences n'ayant pas donné lieu à des discordances sont celles qui n'ont pas été répétées une seconde fois.

Une erreur importante avait été commise au début. H. Sainte-Claire Deville, guidé par l'analogie des phénomènes de vaporisation, avait supposé que dans tout phénomène d'équilibre, la réaction devait être limitée par une tension fixe de quelque chose. Ses expériences sur la réduction de l'oxyde de fer par l'hydrogène, celles de Debray sur la dissociation des bicarbonates alcalins, avaient précisément été entreprises dans le but de découvrir cette tension fixe. Ils ne la rencontrèrent pas et eurent la sagesse de s'incliner devant l'expérience. Debray ne publia jamais les résultats de ses mesures sur les bicarbonates, Sainte-Claire Deville publia les résultats de ses expériences sur les oxydes de fer, en les accompagnant seulement de commentaires très sobres. Tous leurs élèves malheureusement n'eurent pas la même prudence. La Chimie fut un moment encombrée de tensions fixes, de concentrations fixes de décomposition absolument fictives. Mais l'erreur fut enfin reconnue; je la signalai à l'occasion de recherches sur la décomposition des sels par l'eau, puis sur la dissociation de l'hydrate de chlore. Debray continua par ses recherches sur l'oxyde de cuivre à détruire définitivement une idée fausse qui conservait encore des partisans autorisés.

Aujourd'hui la question est complètement élucidée. La fameuse règle des Phases de Gibbs définit d'une façon rigoureuse les conditions compatibles avec une tension fixe. Ce sont celles des systèmes *univariants*. On sait, d'une façon certaine, si un système doit ou ne doit pas présenter à température constante de tensions fixes, c'est-à-dire indépendantes du degré d'avancement de la réaction et des proportions relatives des corps en présence. Les discordances des résultats expérimentaux qui subsistent encore aujourd'hui n'en sont que moins compréhensibles.

Aussitôt la loi des tensions fixes formulée par Debray, deux savants français, MM. Peslin et Moutier s'aperçurent, indépendamment l'un de l'autre, que la formule de Clapeyron-Carnot, reliant la tension de vapeur d'un liquide à sa température, s'applique, sans rien y changer à tous les systèmes à tension fixe. L'exactitude de cette loi et la justesse de son application à ce cas particulier sont au-dessus de toute discussion. Et cependant, ici encore, les vérifications expérimentales sont très médiocres; elles sont même tout à fait mauvaises pour le carbonate de chaux. Cela a été signalé à maintes reprises. Pour les tensions de vapeur des liquides, au contraire, les vérifications de la même loi comportent une rigueur absolue.

La loi de Clapeyron-Carnot suppose essentiellement que la chaleur latente de vaporisation ou de dissociation est fixe pour une même quantité de matière, c'est-à-dire indépendante de la quantité totale déjà décomposée. Dans le cas de la dissociation l'expérience ne vérifie pas cette supposition. Les recherches de M. de Forcrand ont montré que la chaleur de déshydratation des bases alcalino-terreuses est d'autant plus grande que la proportion d'eau restant en combinaison est moindre, sans qu'aucun

fait autorise cependant à supposer, au moins pour les dernières parties d'eau combinée, l'existence de plusieurs hydrates différents, qui auraient chacun leur chaleur propre de formation.

Toutes ces difficultés pouvaient, semble-t-il, être prévues *a priori*. Il est bien connu, en effet, que la condensation d'une vapeur dans un corps poreux comme le charbon de bois donne lieu à des phénomènes tout à fait différents de ceux de la condensation de la même vapeur à l'état d'une masse liquide isolée. A température égale, la tension de vapeur est plus faible au contact du corps poreux et d'autant plus faible que la quantité totale condensée est moindre. En même temps, la chaleur de condensation est plus forte que celle de liquéfaction, et elle varie aussi considérablement avec le poids de vapeur déjà condensé.

Or un sel effleuri, de la chaux provenant de la calcination du carbonate de chaux sont des corps poreux au même titre que le charbon de bois. Ils doivent nécessairement exercer sur la tension de vapeur de l'hydrate, sur la tension de dissociation du carbonate, répartis au milieu de cette masse poreuse, la même action que le charbon de bois sur la tension de vapeur du liquide. La tension de dissociation doit être d'autant plus faible, la chaleur latente de dissociation d'autant plus grande qu'il reste moins de matière à décomposer.

La règle des phases permet d'exprimer la même idée avec plus de précision encore. Dans un système formé de deux constituants indépendants : chaux et acide carbonique ou chaux et vapeur d'eau, on démontre que l'*univariance* correspond à l'existence de trois phases, par exemple carbonate de chaux, chaux et acide carbonique. Le raisonnement conduisant à cette conclusion sous-entend expressément, comme J.-W. Gibbs avait eu grand soin de le préciser, qu'il n'y a que deux forces extérieures agissant sur le système : la *pression* et la *température*. On considère comme négligeables l'action de la pesanteur, celle des forces capillaires, électriques et magnétiques. Or, dans les matières poreuses, les forces capillaires ne sont aucunement négligeables. Un liquide pénétrant dans un tube rempli d'air de $0^{mm},001$ de diamètre exerce une pression de plusieurs atmosphères. Il est indispensable dans les cas semblables de faire entrer en ligne de compte les actions capillaires; dans ces conditions un système composé de trois phases distinctes est divariant. C'est-à-dire que pour fixer la pression, il ne suffit pas de fixer la température, il faut encore fixer quelque autre condition déterminante du système, par exemple la proportion du corps déjà décomposé. C'est donc exactement la négation de la loi des tensions fixes, puisque cette loi consiste

essentiellement en ce que la tension est indépendante de la proportion des corps en présence. Il n'y a par suite rien de surprenant à ce que les expériences de précision faites sur des corps solides n'aient pas en général semblé confirmer la loi des tensions fixes.

Ce raisonnement cependant ne prouve pas d'une façon absolue l'impossibilité de la loi des tensions fixes dans les conditions ordinaires des expériences; il montre seulement que dans certaines conditions particulières, cette loi peut se trouver en défaut. Mais il n'est pas certain *a priori* que ces conditions soient toujours réalisées dans les expériences; il se pourrait que les dimensions ultimes des pores et que les épaisseurs de leurs parois ne soient pas assez petites pour mettre en jeu une énergie superficielle capable de perturber d'une façon appréciable la loi des tensions fixes. C'est ainsi que la même théorie prévoit une différence de solubilité des sels suivant la grosseur de leurs cristaux, et cependant l'expérience ne réussit que très difficilement à mettre en évidence ces variations de la solubilité, parce qu'habituellement les précipités, même les plus fins, ont encore des dimensions linéaires trop considérables pour que l'influence des tensions superficielles se fasse sentir d'une façon notable. Il faut une finesse inférieure au millième de millimètre pour trouver une variation appréciable de solubilité.

Mais du moment où l'on observe, en fait, des divergences expérimentales importantes, il faut sans hésiter en chercher l'explication dans cette influence de la porosité, avant de songer à d'autres hypothèses relatives à de prétendues polymérisations de la matière solide, que l'on a invoquées parfois pour expliquer les variations de la chaleur de combinaison et que l'on pourrait être tenté également d'appliquer aux tensions de dissociation.

Il est possible cependant de faire disparaître dans l'étude des phénomènes de dissociation des corps solides cette intervention de leur énergie superficielle, en employant un procédé expérimental très simple, qui a déjà reçu même certaines applications, mais dans un but tout différent; pour accélérer l'établissement de l'équilibre, il suffit d'opérer en présence d'une petite quantité d'un dissolvant des corps solides, pris en quantité juste suffisante pour les humecter. Une proportion de ce dissolvant comprise entre 5 et 10 pour 100 du poids des corps solides convient bien. Il ne faut pas en prendre un trop grand excès, car si tous les vides entre les grains solides étaient remplis du liquide, l'accès du gaz serait gêné et l'équilibre plus long

à établir. *A fortiori*, il ne faut pas employer une quantité de dissolvant suffisante pour dissoudre complètement l'un des corps solides en présence, car alors le dissolvant ne jouerait plus seulement un rôle d'action de présence, il modifierait les conditions mêmes de l'équilibre en faisant disparaître une phase du système.

Au point de vue de la loi des tensions fixes, le mécanisme par lequel agit le dissolvant est le suivant. La tension d'un mélange de sels fondus quelconques saturé de carbonate de chaux et de chaux est exactement la même que celle du carbonate de chaux pris lui-même à la même température. Mais les résistances passives sont à peu près nulles dans les systèmes liquides, surtout aux températures élevées. Par suite, sous l'influence d'un changement lent de pression ou de température, c'est le liquide qui cède ou absorbe le premier de l'acide carbonique; en même temps, il se maintient en équilibre avec le carbonate de chaux et la chaux en dissolvant ou en laissant cristalliser de nouvelles quantités. On n'a jamais ainsi de masse solide poreuse, mais seulement des cristaux baignant dans un liquide, c'est-à-dire des matières solides à grand rayon de courbure dont les dimensions sont relativement énormes par rapport à ce que seraient des pores résultant de la décomposition d'une matière entièrement solide.

Il pourra arriver il est vrai que, par un chauffage trop rapide, ce mécanisme de l'établissement de l'équilibre n'ait pas le temps de fonctionner et que des grains de carbonate de chaux se décomposent directement en donnant de la chaux poreuse. Mais alors cette chaux poreuse, plus soluble, se dissout au contact du liquide, recristallise en donnant des cristaux de dimensions finies. Peu à peu l'équilibre normal se rétablit, comme si tout s'était passé par l'intermédiaire du liquide.

Les liquides à employer doivent varier évidemment suivant le corps étudié. Pour le carbonate de chaux, j'ai recommandé l'emploi d'un mélange de carbonates doubles alcalins et alcalino-terreux qui fond vers 600°; ce mélange a été employé par M. Zavrieff. On pourrait sans doute encore abaisser son point de fusion par l'addition de chlorures. Pour la dissociation de l'hydrate de chaux, on pourra employer le mélange d'hydrates de potasse et de soude. Pour les hydrates salins, on emploiera des dissolutions de sels déliquescents ou d'acides à condition que ces corps ne forment pas de combinaisons avec le sel étudié, par exemple l'acide sulfurique avec les sulfates des métaux non alcalins. Moyennant ces précautions, la loi des tensions fixes devra se vérifier en toute rigueur.

NOMINATIONS.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner deux de ses Membres qui feront partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.

MM. **Maurice Levy** et **Bouquet de la Grye** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

MM. **Louis de Goy**, **G. Meslin** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités transcendantes des fonctions inverses de fonctions entières.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Painlevé.

L'inverse d'une fonction entière ne peut pas être singulière le long d'une ligne continue ou en un ensemble non dénombrable de points. — Bien que ce théorème ne soit peut-être qu'une application de théorèmes plus généraux (relatifs aux fonctions qui restent continues au voisinage de leurs singularités transcendantes), je crois qu'il n'est pas inutile de le démontrer séparément. J'ai cherché à utiliser, pour cela, les résultats que j'ai déjà obtenus sur les inverses des fonctions entières (*Annales scientif. de l'École Norm. sup.*, octobre 1908).

Soit $y(x)$ une fonction entière, η une singularité transcendante de $x(y)$. Entourons η d'un petit contour convexe γ, et admettons provisoirement que ce contour puisse ne passer par aucun point transcendant de $x(y)$. Par hypothèse, il existe dans le plan x des chemins tendant vers l'infini sur lesquels y tend vers η; mais il y a lieu de distinguer deux cas suivant que les chemins (y) correspondants comprennent ou non des rayons recti-

lignes [1]. Plaçons-nous, pour fixer les idées, dans le premier cas : il existe alors un chemin d, $(\overline{x}, \infty)$ du plan x qui fait décrire à y le rayon $\overline{y}\eta$ joignant à η un point du contour γ. Appelons y' un point qui tourne indéfiniment (toujours dans le même sens) sur le contour γ à partir de $\overline{y}$, et considérons le chemin d' du plan x qui correspond au rayon $\eta y'$ entraîné avec y'. A deux positions successives du rayon $\eta y'$ correspondent deux chemins d' contigus [2] et ne se coupant pas. On en conclut qu'à l'ensemble des rayons $\eta y'$ correspond un ensemble de chemins d' recouvrant une certaine bande L du plan x. *La frontière de cette bande est une ligne δ sur laquelle y prend une infinité de fois les valeurs situées sur le contour γ; la ligne δ ne se coupe pas elle-même; elle va, d'ailleurs, de l'infini à l'infini,* puisqu'il ne peut y avoir à distance finie une infinité de points où x reprenne la même valeur. Ainsi *la ligne δ partage le plan x en deux régions.* Nous considérerons comme région intérieure celle (L) qui contient le chemin d.

Ces diverses conclusions subsistent dans le cas où le chemin $y'\eta$ n'est pas rectiligne, et, par conséquent, dans le cas où le point η est indirectement critique [voir note [1]].

Supposons maintenant que l'une au moins des branches de $x(y)$ qui sont critiques en η (et sont situées dans L pour y voisin de η) présente à l'intérieur de γ un point transcendant η_1 voisin de η. Entourons η_1 d'un contour convexe γ_1 intérieur à γ et ne contenant pas η; puis suivons, sur un rayon ou une spirale aboutissant en η_1, une branche de $x(y)$ singulière en ce point : nous obtenons dans le plan x un chemin infini d_1, qui ne peut pas sortir de L (x ne prend aucune valeur située sur δ, puisque y ne prend aucune valeur située sur le contour γ). Procédant alors comme tout à l'heure [je suppose d'abord que le contour γ_1 ne traverse aucun point transcendant de $x(y)$], j'obtiens un ensemble de chemins d'_1, contigus à d_1, sur lesquels y tend vers η_1; ces chemins remplissent une bande L_1, limitée par une ligne δ_1 sur laquelle y prend une infinité de fois les valeurs situées sur γ_1; la ligne δ_1 (et la bande L_1) sont intérieures à L; d'ailleurs δ_1 ne se coupe pas elle-même et va de l'infini à l'infini.

---

(1) Dans le premier cas, le point η est *point transcendant directement critique* de $x(y)$. Dans le second cas, les chemins (y) considérés sont nécessairement des spirales s'enroulant une infinité de fois autour de η : le point η est *indirectement critique*.

(2) Si $\eta y'$ traverse un point critique, on obtient, sur ce chemin, deux déterminations de $x(y)$ dont l'une est contiguë au chemin d' considéré précédemment.

Cela posé, je dis que : *entre les chemins infinis d, intérieurs à L, sur lesquels y tend vers* η, *et les chemins infinis, intérieurs à* L_1, *sur lesquels y tend vers* η_1, *il existe nécessairement des chemins infinis sur lesquels y tend vers l'infini*. En effet, soit $\bar{y}_1$ un point du contour γ_1 et x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, ... les points de la ligne δ_1 où $y=y_1$. Nous admettrons, pour fixer les idées, que ce sont les points x_i d'indices positifs qui s'éloignent vers l'infini sur la branche de δ_1 située, par rapport à L_1, du même côté que le chemin *d*. Traçons un rayon $y_1\infty$, qui ne passe pas par η, et suivons, le long de ce rayon, les branches de $x(y)$ qui partent des valeurs initiales x_i, x_{i+1}, ... Nous obtenons, dans le plan x, une suite de chemins infinis Δ_i, Δ_{i+1}, ... qui ne se coupent pas; ces chemins sont extérieurs à L_1, car ils partent de la ligne δ_1 du côté extérieur à L_1 et ne peuvent rencontrer une seconde fois δ_1; d'ailleurs, lorsque l'indice i va croissant, tous les points du chemin Δ_i s'éloignent indéfiniment [autrement $y(x)$ reprendrait une infinité de fois la même valeur à distance finie]. De là résulte que, si la proposition énoncée était inexacte, les chemins Δ_i d'indices positifs arbitrairement grands devraient traverser arbitrairement près de l'infini la bande L des chemins d'; mais alors, sur ces chemins, y prendrait des valeurs arbitrairement voisines de η, ce qui est contraire à l'hypothèse. Les chemins Δ_i s'éloignent donc vers l'infini entre δ et δ_1.

J'ai supposé plus haut que les contours γ et γ_1 ne traversaient aucun point transcendant de $x(y)$. Cette hypothèse (qui se trouve être toujours légitime) n'est point indispensable à la démonstration qui précède. Supposons, en effet, que [lorsqu'on fait varier les coefficients de la fonction entière $y(x)$] γ, γ_1 viennent à traverser des points transcendants : les lignes frontières δ, δ_1 se décomposeront alors en plusieurs branches infinies ne se coupant pas; considérons, en ce cas encore, deux branches infinies de δ et δ_1 entre lesquelles se trouvent des chemins d' : je constate qu'*il y a nécessairement entre la branche* δ *et la branche* δ_1 *des chemins infinis sur lesquels y tend vers l'infini*. Soit, d'autre part, a un nombre quelconque de grand module [supérieur à $|\eta|$ et $|\eta_1|$] : les remarques faites plus haut sur les chemins Δ_i établissent qu'*entre les branches infinies* δ *et* δ_1 *considérées, il y a une infinité de racines de* $y(x) - a$.

Ces résultats, que j'ai déjà indiqués ailleurs, sont obtenus ici indépendamment du théorème préliminaire énoncé au début de cette Note. Et l'on peut en déduire, précisément, ce même théorème.

Considérons, en effet, dans le plan y, un chemin quelconque, c, situé tout entier à distance finie : supposons que ce chemin traverse des points

transcendants de $x(y)$, et appelons η, η_1 deux quelconques de ces points : *il y a nécessairement entre η et η_1 des points de c où $x(y)$ est holomorphe.* [De plus on peut joindre deux points transcendants quelconques, η, η_1, par un chemin c sur lequel $x(y)$ est partout holomorphe, sauf aux extrémités.]

Considérons, d'autre part, l'ensemble des points transcendants η, η_1, ... de $x(y)$. Nous pouvons tracer, dans le plan x, un ensemble de chemins infinis d, d_1, ... ne se coupant pas, sur lesquels y tend vers les diverses valeurs η, η_1, ... Et nous savons, d'après ce qui précède, qu'entre deux branches infinies d, d_1 quelconques, il y a une infinité de racines de $y(x) - a$. J'en conclus que l'*ensemble des singularités transcendantes de $x(y)$ est dénombrable, de même que l'ensemble des racines de $y(x) - a$.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions analytiques uniformes à singularités discontinues.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Painlevé.

Les remarquables travaux de M. Pompéiu sont, à ma connaissance, les seuls où se trouvent des exemples concrets de telles fonctions ([1]), telles que leur indétermination au voisinage des points singuliers soit *incomplète*.

I. On sait que le théorème de Cauchy ne s'oppose pas à ce qu'une fonction analytique présente un ensemble de telles singularités qui soit parfait discontinu et de *longueur non nulle,* dans tout domaine à l'intérieur duquel l'ensemble possède des points. M. Pompéiu en a formé des exemples théoriques, mais sa démonstration prête à quelques réserves. Voici un exemple particulièrement simple :

Supposons, pour fixer les idées, cet ensemble E_1 linéaire ayant pour extrémités les points o et 1. Soient a_n, a'_n, ($a_n < a'_n$) les extrémités du $n^{\text{ième}}$ des intervalles contigus numérotés de 1 à l'infini. Soit $a'_0 = 0$, $a_0 = 1$. Le produit $H(x) = \prod_0^\infty \frac{x - a'_n}{x - a_n}$ est uniformément convergent dans tout domaine fermé ne contenant aucun point de E_1. *La fonction* $H(x)$ *a pour argument une fonction uniforme,* qui s'interprète de la façon suivante, si sa détermination à l'infini est nulle : c'est la mesure de la projection de E_1 sur le cercle de centre z et de rayon 1, effectuée radialement à partir de z (angle sous lequel on voit E_1 du point z).

(1) *Thèse,* Paris, 1905. — *Comptes rendus,* t. CXXXIX, 1904, p. 914; *Id.* 12 juillet 1909.

Donc $G(x) = \log H(x)$ *est une fonction uniforme*. Sa partie imaginaire est comprise entre $-i\pi$ et $+i\pi$. Donc $F_1(x) = e^{ib(x)}$ *a son module compris entre* $-\pi$ et $+\pi$. Le domaine d'indétermination de F_1 est *à connexion double* (couronne circulaire). Au voisinage des points où la *mesure locale* de E_1 est nulle, ce domaine d'indétermination est un cercle.

On déduit de F_1 des fonctions K_1 *possédant chaque point de* E *pour point singulier* et admettant cependant sur E_1 *un ensemble partout dense de points de continuité*. Ces fonctions possèdent les trois variétés possibles de domaines d'indétermination, le point, la ligne fermée (cercles), des aires d'un seul tenant (couronnes circulaires). On a

$$G(x) = \log H(x) = \sum_0^\infty \overline{\log(x - a'_n) - \log(x - a_n)} = -\sum_0^\infty \int_{a_n}^{a'_n} \frac{dz}{z - x} = \int_E \frac{dz}{z - x},$$

la dernière intégrale étant prise au sens de M. Lebesgue.

Plus généralement, si $\psi(x)$ est une fonction positive, si

$$\Gamma(x) = \int_{E_1} \frac{\psi(z)}{z - x} dz,$$

$\Phi_1(x) = e^{i\Gamma(x)}$ est une fonction dont le domaine total d'indétermination est à connexion double. Rien n'empêche, dans l'intégrale qui donne Γ, de supposer l'ensemble E_1 réparti sur une courbe rectifiable quelconque. L'interprétation géométrique dans le plan complexe subsiste.

M. Pompéiu a montré dans une récente Note (12 juillet) la possibilité de mettre toute fonction bornée et singulière sur E_1 sous la forme $\int_{E_1} \frac{\psi(z)}{z - x} dz$. Je connaissais ce résultat. Je l'avais obtenu en partant du développement en fractions rationnelles de la fonction, voie très féconde par où s'obtiennent des généralisations au cas où, δ étant la distance de x à E_1, F est inférieur à δ^{-m}.

Si la longueur de E_1 s'annulait, *aucune modification formelle* n'apparaîtrait dans $H(x)$, et cependant $H(x)$ serait identique à 1. On a donc *une suite de fractions rationnelles* $\prod_0^n \frac{x - a'_n}{x - a_n}$ *convergeant uniformément vers* 1 dans tout domaine fermé ne contenant aucun point de E_1, et une autre suite $\sum_0^n \left(\frac{1}{x - a'_n} - \frac{1}{x - a_n}\right)$ *convergeant dans les mêmes conditions vers zéro.*

II. Supposons que E_2 soit *de longueur infinie et d'aire nulle.* D'après le

théorème de Cauchy, F *peut être continue sur* E, mais F′ *ne peut pas être bornée*. M. Pompéiu n'a pas formé de telles fonctions et a pensé que, dans ce cas, l'intégrale de M. Lebesgue ne pouvait pas être utilisée. Tout au contraire, ce cas fournit l'occasion de donner une représentation de la fonction F valable pour toutes les espèces d'ensembles E.

Soit $f(z)$ une fonction définie sur E et au voisinage de E. Entourons les points de E d'une succession de familles C_n de contours d'aire totale A_n contenant E à leur intérieur et tendant vers E pour n infini. De plus, nous supposons (ce qui est toujours vérifié, si E a une aire non nulle, cas où nous n'obtenons rien de nouveau) que, si l'on choisit arbitrairement des contours fixes contenant à leur intérieur la totalité de E, les rapports mutuels des portions de A_n contenues dans chacun de ces contours tendent vers des limites déterminées pour n infini. Nous appelons alors *valeur moyenne* de $f(z)$ sur E relativement à la famille C_n, la limite pour n infini de

$$\frac{1}{A_n}\iint_{A_n} f(z)\,dS \qquad (z = \xi + i\eta,\ dS = d\xi\,d\eta).$$

Cette limite existe si f est continue sur E. En choisissant $f(z) = \frac{g(z)}{z-x}$, $g(z)$ étant continue, on peut choisir E_2, de longueur infinie et d'aire nulle et les contours C_n correspondants de façon que la valeur moyenne $F_2(x)$ de f sur E_2 soit une *fonction partout continue* de x.

La définition de la valeur moyenne vaut même si E est linéaire ou contient des points isolés. Elle permet de définir une sorte d'ordre infinitésimal pour les ensembles de mesure nulle.

AÉRO-DYNAMIQUE. — *Étude de la poussée de l'air sur une surface.* Note (¹) de M. **A. Rateau**, présentée par M. Painlevé.

Pour appliquer la méthode de recherches aéro-dynamiques décrite dans ma première Communication du 21 juin 1909, p. 1662, j'ai fait construire, avec l'aide de la Société d'études de Locomotion aérienne, un appareil installé à Levallois-Perret. Cet appareil se compose d'un cadre vertical au centre duquel est fixée la surface à étudier et qui est placé devant une buse de section carrée laissant échapper l'air refoulé par un ventilateur hélicoïde de $1^m,20$ de diamètre. Le poids de ce cadre est équilibré par deux plon-

(¹) Présentée à la séance du 12 juillet 1909.

geurs, et il est relié à un système de deux balances qui permet de mesurer séparément et simultanément la composante verticale et la composante horizontale de la poussée.

Je donne ici, à titre d'exemple, une idée des résultats obtenus avec des plaques de forme cylindrique à périmètre rectangulaire de 500^{mm} sur 300^{mm} ou 150^{mm} exposées au courant d'air suivant leur grand côté. Le graphique ci-dessous résume les chiffres trouvés pour une plaque de $500^{mm} \times 150^{mm}$, ayant un profil en arc de cercle et dont la tangente au bord fait un angle de 10° avec la corde.

En abscisse est porté l'angle α d'inclinaison de la corde avec la direction du courant; en ordonnée, le coefficient φ de la formule

$$F = \varphi S V^2$$

dans laquelle F, exprimé en kilogrammes et ramené à 15° et 760^{mm}, désigne soit la poussée parallèle au courant d'air ou résistance à l'avancement (courbe 1), soit la poussée normale au courant ou sustentation (courbe 2), soit la poussée totale résultant des deux autres (courbe 8).

S est la surface exprimée en millimètres carrés, soit $0,5 \times 0,15 = 0,075$.

V est la vitesse de l'air en mètres par seconde, mesurée avec un manomètre à eau relié à un tube de Pitot.

On voit que la sustentation est nulle pour un angle α négatif de $-4^{o}30'$. A partir de ce point, la sustentation augmente linéairement, c'est-à-dire proportionnellement à l'angle ou mieux au sinus de l'angle de déviation δ, tel que $\delta = \alpha + 4^{o}30'$. La poussée dans le sens du courant est représentée par une courbe à allure parabolique présentant un minimum pour $\alpha = 0$.

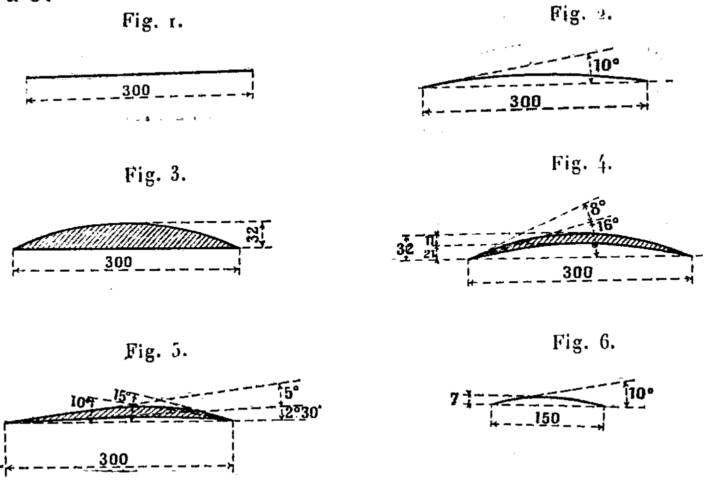
A partir de 15°, la sustentation diminue, la résistance à l'avancement augmente moins rapidement.

Entre 25° et 35°, les résultats trouvés diffèrent d'une expérience à l'autre, et l'on constate, en faisant les pesées, que le cadre sautille, ne peut pas prendre de position d'équilibre stable; nous retrouvons la variation de régime signalée dans ma Communication antérieure.

Au delà de 35°, les courbes reprennent une allure régulière, mais fort différente de la précédente.

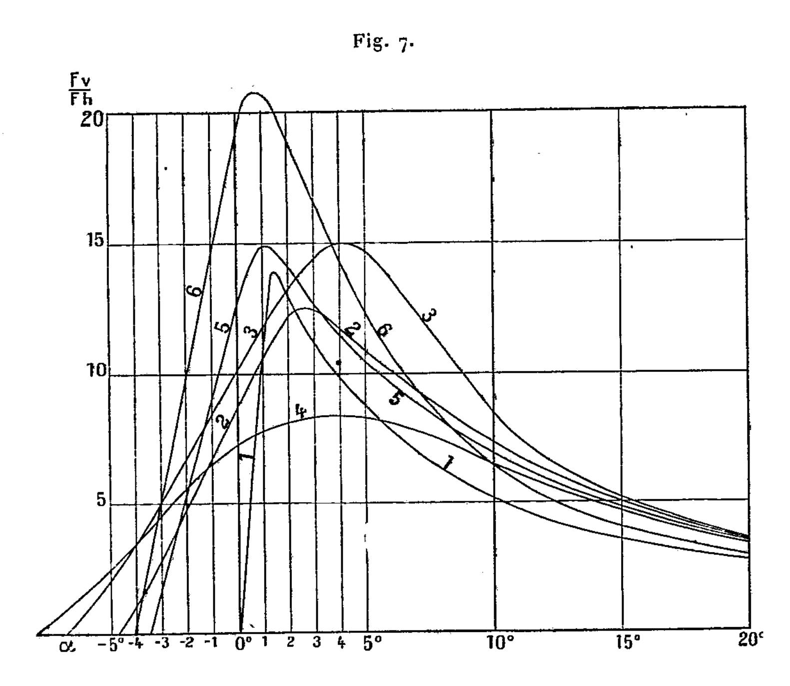
Dans l'étude des diverses formes de surface, il est très intéressant, comme on voit, de considérer le rapport entre la sustentation et la résistance à l'avancement; la grandeur et les variations de ce rapport donnent de précieuses indications sur la qualité de la surface au point de vue de l'aviation.

J'ai expérimenté une série de surfaces planes ou courbes, minces ou épaisses, ayant toutes 500mm de largeur perpendiculairement au lit du vent; elles sont définies par leurs profils indiqués sur la figure ci-dessous et numérotés de 1 à 6.



Pour chacune de ces surfaces, j'ai construit la courbe obtenue en portant

Fig. 7.



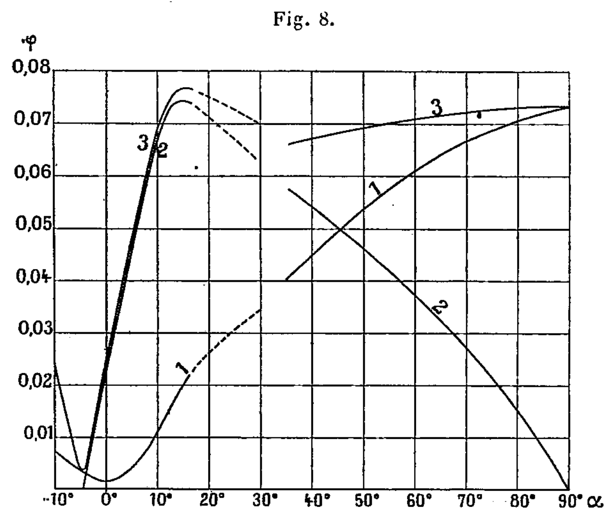
en abscisse l'angle d'inclinaison α (qui, pour les surfaces courbes, est l'angle

de la corde avec la direction du courant), en ordonnée le rapport $\frac{F_r}{F_h}$ de la poussée verticale à la poussée horizontale.

D'après ce graphique, on voit que, pour le plan, la courbe est très pointue avec un maximum de 14 pour $\alpha = 1°30'$.

Pour les surfaces cylindriques, la courbe est beaucoup plus arrondie, et c'est la surface plane surmontée d'un dos cylindrique (3) qui donne la courbe la plus étalée.

Fig. 8.



Ces résultats montrent la grande influence du dos de l'aile et, en particulier, des éléments de sortie.

Nous sommes portés à conclure de ces premières expériences que, pour les aéroplanes, les surfaces épaisses ayant un profil lenticulaire et composées de deux toiles sont préférables aux surfaces minces, même en dehors de l'avantage qu'elles offrent de pouvoir dissimuler et soustraire à l'action de l'air une grande partie des armatures. C'est d'ailleurs l'opinion de plusieurs expérimentateurs (Bréguet entres autres), qui pensent justifier ainsi l'épaisseur à l'avant des ailes d'oiseau.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre ultra-violet de bandes du phosphore.* Note de MM. **A. de Gramont** et **C. de Watteville**, présentée par M. Lippmann.

Au cours de recherches parallèles poursuivies à l'aide de procédés différents, nous avons obtenu, pour le spectre ultra-violet du phosphore, des

résultats qui présentent une concordance sur laquelle nous croyons utile d'attirer l'attention.

Mélangeant aux gaz qui alimentent la flamme d'un brûleur Bunsen la fine pulvérisation d'une solution d'acide phosphorique ou de phosphate d'ammoniaque, M. de Watteville a obtenu, à l'aide d'un spectrographe en quartz à un prisme de Cornu et à objectifs de 75^{cm} de foyer, un spectre cannelé de bandes très régulières divisées en six groupes, et dont les longueurs d'onde sont comprises entre 2700 et 2280 U. A. A l'inverse de ce qui a lieu pour l'étincelle, comme on le verra plus loin, on n'obtient pas de raies du phosphore dans la flamme ([1]).

M. de Gramont a publié ici même ([2]) le résultat de recherches effectuées sur les raies *ultimes*, ou de grande sensibilité, des métalloïdes et a fait connaître celles de ces raies qui caractérisent le phosphore lorsqu'il se trouve en faible quantité soit dans les corps solides (phosphure d'étain), soit dans les sels fondus (carbonate de lithium additionné d'une trace de PO^4H^3), soit enfin dans une solution d'acide phosphorique. Ayant placé ce dernier liquide dans le déflagrateur à tubes capillaires en silice qui fournit des spectres dépourvus de raies d'électrodes ([3]), M. de Gramont a reconnu quelques-unes des bandes dont il est question plus haut; puis, reprenant l'expérience avec une solution d'acide phosphorique à $\frac{1}{5}$, il a produit un spectre contenant à la fois les bandes du spectre de flamme, et la plupart des lignes obtenues avec les composés solides. Ces lignes sont désignées dans le Tableau suivant par la lettre L. Si, dans le circuit de décharge, on intercale un condensateur, même formé de 4 jarres (c'est-à-dire d'environ 0,1 microfarad), on ne modifie pas le spectre de bandes tel qu'il est émis par l'étincelle simple non condensée, où les lignes L du spectre de dissociation sont visibles, quoique affaiblies; parmi celles-ci, la raie 2535,9 est la plus sensible au point de vue analytique. Le spectre d'étincelle de PO^4H^3 peut être photographié avec de courtes poses de 5 minutes.

Les spectres d'étincelle ont été obtenus avec un spectrographe à un prisme en quartz de Cornu, à objectifs de $F = 40^{cm}$, ce qui, donnant un spectre moins étalé, a rendu les mesures moins faciles que celles du spectre de flamme.

Nous ferons remarquer que les arêtes de bandes 2555,0; 2553,6; 2539,1 se présentent comme des *raies* dans le spectre de dissociation des phosphures métalliques.

([1]) Voir aussi *Zeitschrift für Wissenschaft. Photogr.*, Band VII, 1909, p. 280.
([2]) *Comptes rendus*, 15 juin 1908.
([3]) *Comptes rendus*, 9 décembre 1907.

SPECTRE DE BANDES DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE EN SOLUTION.

Premier groupe.

Étincelle.	
2789 environ....	Bandes diffuses très faibles
2775 »	»
2761 »	»
2746 »	»
2730 »	»
2704 »	»
2690 »	»
2677 »	»
2662 »	»
2647 »	»

Flamme.

Bandes commençant du côté du rouge à environ 2700, superposées à celles de la vapeur d'eau. On peut évaluer leur intensité à 2.

Deuxième groupe.

Étincelle.	Int.
2635,2........	1
2634,7........	1
2623,6........	1,5
2622,5........	1,5
2621,0........	1
2611,0........	1
2609,9........	1
2608,2........	1
2607,0........	1
2596,9........	0,5
2595,2........	0,5
2582,6........	2
2570,5........	2

Flamme.

Bandes commençant vers 2635 également superposées à celles de la vapeur d'eau. Intensité 3.

Troisième groupe.

Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.	Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.
2555,0...	L 5	2554,75...	9	2529,5...	1,5	2529,35...	9
2553,6...	L 6	2553,55...		2527,9...	1,5	2527,90...	
2544,0...	3	2543,75...		2522,0...	0,1	2522,30...	
2542,5...	3	2542,50...		2520,3...	0,1	2520,60...	
2540,5...	2	2540,25...		2519,4...	1	2518,25...	
2539,1...	L 1	2539,10...		2517,9...	1	2517,00...	

Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.	Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.
2535,9 (1) L	6,5	....	9	2507,6...	0,5	2507,75...	9
2534,2 (1) L	3	....		2506,5...	0,5	2506,55...	
2532,9...	1	2532,95...					
2511,8...	1	2531,70...					

Quatrième groupe.

Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.	Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.
2477,8 (2)	7	2477,90...	10	2454,4...	2	2454,45...	10
2476,1 (2)	7,5	2476,50...		2453,0...	2	2453,30...	
2468,0...	1,5	2468,15...		2435,0...	0,5	....	
2466,6...	1,5	2466,80...		2419,9...	1	....	
2464,0 (2)	6	2463,60...					
2462,7 (2)	5	2462,70...					

Cinquième groupe.

Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.	Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.
2396,0...	5	2396,25...	8	2371,9...	2	2371,80...	8
2394,2...	5,5	2394,65...		2370,2...	2	2370,35...	
2387,2...	5	2388,10...		2367,2...	3	2367,15...	
2386,0...	5	2386,35...		2366,0...	3	2365,95...	
2383,1...	5	2383,30...		2359,8...	1	2359,15...	
2382,0...	5	2382,00...		2358,1...	1	2357,90...	
2379,3...	0,5	2379,90...		....		2351,35...	
2377,9...	0,5	2378,40...		....		2350,05...	
2375,1...	4,5	2375,20...					
2373,9...	4,5	2373,80...					

Sixième groupe.

Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.	Étincelle.	Int.	Flamme.	Int.
2320,6...	Bandes	2320,65...	2	2294,6...		2294,65...	2
2319,0...	tr. faibles	2319,05...		2293,3...		2293,35...	
2313,6...		2313,60...		....		2292,00...	
2311,9...		2311,95...		2288,1...		2288,10...	
2308,4...		2308,40...		2286,7...		2286,75...	
2306,9...		2306,90...		2281,3...		2281,30...	
2305,1...		2305,15...		2280,3...		2280,35...	
2301,6...		2301,60...					
2300,2...		2300,20...					
2298,3...		2298,30...					

(1) Ces deux lignes, vues aussi dans le spectre de dissociation, n'appartiennent probablement pas au spectre de bandes.

(2) Bandes les plus sensibles dans les solutions faibles de PO^4H^3.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le rapport entre l'uranium et le radium dans les minéraux radioactifs.* Note de M[lle] **Gleditsch**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente, j'ai donné des résultats préliminaires de quelques recherches sur le rapport entre l'uranium et le radium dans les minéraux radioactifs. Les résultats n'ayant pas été les mêmes que ceux obtenus par d'autres chimistes et physiciens, j'ai pensé utile d'examiner si cette différence provient de la méthode qui n'est pas la même que celle employée dans les travaux antérieurs.

La méthode, dont la description a été déjà donnée, consistait à mettre en solution une certaine quantité du minéral, y ajouter un sel de baryum et précipiter le baryum, le radium et éventuellement le plomb par l'acide sulfurique. Le précipité est mis en ébullition avec un excès de carbonate de soude et de la soude, ce qui le transforme en carbonates; en dissolvant les carbonates dans un acide étendu, on a une solution où le radium peut être dosé par l'émanation dégagée. Cette méthode pourrait donner lieu à trois causes d'erreur :

Les solutions où les précipitations ont été effectuées pourraient retenir du radium. Une partie du radium aurait pu passer dans les solutions de carbonates de soude, avec lesquelles on a fait bouillir les sulfates actifs. Enfin les minéraux laissent quelquefois des résidus insolubles qui auraient pu contenir du radium.

Mes recherches ont démontré que la quantité de radium laissée dans ces différents produits introduit une correction très faible, qui ne change pas les résultats précédemment donnés. Les solutions des minéraux retiennent une quantité de radium négligeable; dans aucun cas, je n'y ai trouvé plus de 0,3 pour 100 de la quantité totale et ordinairement moins de 0,2 pour 100. Les solutions de carbonate de soude contiennent une proportion plus grande; toutefois je n'ai jamais trouvé plus de 1 pour 100 de la quantité totale, et quand on travaille toujours de la même manière, cette quantité ne varie pas beaucoup pour les différents minéraux. Enfin les résidus qui sont vraiment insolubles sont très peu abondants, et même en supposant que l'activité qu'ils conservent soit due entièrement à un sel de radium, on arrive à des corrections petites.

Ainsi je suis amenée à croire qu'il n'existe pas dans les minéraux actifs un rapport constant entre l'uranium et le radium. Jusqu'ici chaque minéral montre un rapport ayant une valeur particulière; ainsi j'ai trouvé :

	Rapport $\frac{\text{Radium}}{\text{Uranium}}$.
Une autunite de France	$2,85 \times 10^{-7}$
Une pechblende de Joachimsthal	$3,58 \times 10^{-7}$
Une thorianite de Ceylan	$4,19 \times 10^{-7}$

On sait que le rapport constant de ces deux métaux dans les minéraux actifs a été jusqu'ici le fait principal sur lequel s'appuie la théorie de la filiation entre l'uranium et le radium. D'après mes déterminations, ce fait n'est pas exact. Cependant les nombres obtenus sont du même ordre de grandeur. On peut alors penser que la filiation existe réellement, et que le radium est bien un produit de la désagrégation de l'uranium, mais que le mécanisme de la transformation n'est pas aussi simple que celui qui est généralement admis aujourd'hui, ou que certaines influences sont intervenues pour changer le rapport entre les deux éléments dans les minéraux radioactifs. Les premiers résultats qui ont été obtenus pourraient donner à penser que le rapport est d'autant plus grand que le minéral est d'une origine plus ancienne, et cela pourrait s'expliquer par le fait que la formation du radium par l'uranium est beaucoup plus lente qu'on ne l'a pensé jusqu'aujourd'hui; on pourrait, par exemple, penser qu'il existe des produits intermédiaires d'une vie longue par rapport à celle de l'uranium.

En second lieu on peut se demander si la vitesse de transformation est bien une grandeur absolument indépendante des circonstances extérieures et, en particulier, si elle ne peut pas dépendre de la présence de certains éléments dans le minéral, par exemple celle du thorium et de l'actinium.

On ne pourra avoir une opinion fixe sur ce sujet que lorsque l'on connaîtra exactement le rapport dans un grand nombre de minéraux.

Une conséquence importante de ces recherches est que la détermination de la vie moyenne de l'uranium, basée sur l'existence du rapport constant entre l'uranium et le radium dans les minéraux, ne peut pas être considérée comme exacte.

RADIOACTIVITÉ. — *Action de la pesanteur sur l'activité induite du radium.* Note de M. **Louis Wertenstein**, présentée par M. Lippmann.

Mme Curie avait observé que l'activité induite du radium produite dans l'air humide (privé de poussières) se comporte comme un corps pesant ([1]). Il devrait donc exister dans l'air, dans ces conditions, des agglomérations matérielles relativement grosses, ce qui est confirmé par les expériences de Mme Curie sur les brouillards en présence de l'émanation ([2]).

Sur la proposition de Mme Curie, j'ai entrepris une étude de l'effet de la pesanteur sur l'activité induite. En premier lieu, j'ai cherché à déterminer

([1]) *Comptes rendus*, 1907, 2e semestre, p. 477.
([2]) *Comptes rendus*, 1907, 2e semestre, p. 1145.

la nature exacte de l'activité dépassée par la chute. Pour cela, j'ai étudié directement la différence des activités déposées sur les deux faces de deux plateaux horizontaux, tournées vers l'espace compris entre ces plateaux, en fonction du temps écoulé à partir du moment où l'action de l'émanation a cessé.

A cet effet, dans deux condensateurs à plateaux aussi identiques que possible, on établit entre les plateaux des différences de potentiel de + 450 et de — 450 volts respectivement. Les deux disques actifs sont retirés d'une cloche où ils ont été exposés à l'émanation pendant 24 heures et transportés rapidement dans les deux condensateurs.

Ils y déterminent des courants d'ionisation de sens contraire, dont la différence, proportionnelle à la différence des activités recherchée, est recueillie par l'électromètre et peut être mesurée à chaque instant au moyen d'un quartz piézo-électrique.

En portant le courant en ordonnées, le temps en abscisses, on obtient ainsi des courbes de désactivation qui peuvent être comparées à celles d'un mélange des radiums B et C. On constate ainsi que l'activité induite qui s'est déposée par l'action de la pesanteur, ne contient pas de radium A. L'absence du radium A y est caractérisée d'une façon très nette par l'absence de chute rapide initiale.

Ce résultat expérimental peut être interprété facilement en admettant que la chute des particules qui amènent sur le plateau inférieur l'activité induite demande un certain temps et que ce temps est suffisant pour que le radium A disparaisse.

En second lieu, je me suis proposé d'étudier le changement apporté par l'action de la pesanteur dans la forme des courbes qui représentent la valeur d'activation des disques en fonction de leur distance. Ces courbes ont été obtenues par M. Debierne dans des conditions excluant une action de la pesanteur. A cet effet, j'ai employé l'appareil même utilisé par M. Debierne (1).

On dispose dans une cloche une série des disques à des distances variables et dans la position horizontale. On y introduit de l'air chargé d'émanation et filtré sur du coton de verre; l'air n'a pas été desséché. Après 24 heures d'activation, on retire les disques et l'on mesure successivement leurs activités en notant l'instant de la mesure, ce qui permet par interpolation d'établir leur activité relative sur chaque face au même instant, surtout si les mesures sont faites pendant l'époque où le décrément logarithmique du courant varie peu.

On construit pour chaque expérience deux courbes : l'une qui représente l'activité des faces tournées vers le bas en fonction de la distance des

(1) *Radium*, 1909, p. 97.

disques, l'autre qui se rapporte aux faces tournées vers le haut. Les faces tournées vers le bas et ne recevant pas la chute du dépôt actif montrent toujours un maximum d'activité atteint pour des distances comprises entre 1^{cm} et $1^{cm},5$, l'activité diminuant même quand la distance continue à croître. Les faces tournées vers le haut ont, pour des distances faibles, des activités proportionnelles à ces distances, et identiques à celles des faces correspondantes, tournées vers le bas. Quand la distance croît, les courbes prennent des aspects des trois types différents, suivant l'état d'humidité de l'air de la cloche qu'on faisait varier en introduisant dans celle-ci de l'eau mélangée à l'acide sulfurique en proportions variables. La quantité d'émanations employée était toujours la même : c'était celle dégagée pendant une semaine par une solution contenant $0^{g},01$ de $RaBr^2$. Dans l'air saturé d'humidité et même dans l'air contenant de la vapeur d'eau en équilibre avec un mélange à poids égal d'eau et d'acide sulfurique, l'activité croît rapidement avec la distance sans indication d'un maximum pour les distances étudiées moindres que 5^{cm}; pour des tensions de vapeur correspondant à un mélange à volume égal d'eau et d'acide sulfurique, la courbe semble indiquer une tendance vers une limite. En concentrant l'acide jusqu'à 60 pour 100 (en volumes), on observe une limite d'activité effectivement atteinte à une distance de 3^{cm} environ.

On sait que M. Debierne explique l'existence des limites dans ses courbes en admettant que les centres d'activité induite produits au delà d'une certaine distance au plateau ne fournissent plus rien à celui-ci, car le temps nécessaire pour l'atteindre par diffusion devient suffisant pour que l'activité se détruise. On pourrait supposer que dans mes expériences l'activité induite diffusait à la fois vers les plateaux et vers les agglomérations plus grosses formées probablement par la condensation de la vapeur d'eau, qui l'entraînaient dans leur chute.

Dès lors, quand la distance entre les plateaux est telle qu'une particule qui tombe de toute la hauteur qui sépare les plateaux perd son activité pendant sa chute, l'activation de la face tournée vers le haut cesse d'augmenter avec la distance. Cette distance limite dépendra naturellement de la grosseur des particules formées, et il ne serait pas impossible que les particules grossissent d'autant plus que l'air est plus humide. Dès lors, on comprendra qu'il n'était pas possible d'obtenir dans tous les cas une saturation d'activation dans des limites restreintes de l'appareil.

La théorie complète du phénomène, qui sera publiée ailleurs, permet, d'après la connaissance des distances limites pour les faces tournées vers le

bas et celles tournées vers le haut, de calculer la vitesse de chute des particules et en déduire au moyen de la loi de Stokes leur diamètre d. Ainsi, en supposant ces distances respectivement égales à $1^{cm},5$ et 3^{cm}, on obtient $d = 105^{\mu\mu}$; en les supposant égales à $1^{cm},5$ et 12^{cm}, on obtient $d = 280^{\mu\mu}$. Il en résulterait que la grosseur des particules devrait, dans certains cas, atteindre des dimensions ultramicroscopiques, ce qui est bien d'accord avec la visibilité des brouillards en lumière concentrée de l'arc.

Les observations ultramicroscopiques des brouillards formés par l'émanation, ainsi que les expériences de l'action du champ électrique sur l'activité induite, sont d'ailleurs en cours.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur une méthode d'enregistrement de la longueur du parcours des rayons α et sur une particularité de ce parcours.* Note de M. **B. Szilard**, présentée par M. Lippmann.

On admet que les rayons α des substances radioactives ont la propriété spéciale de ne pas pouvoir dépasser une certaine distance limite qui les caractérise, ou bien que s'ils peuvent se propager au delà de cette distance limite, ils perdent toutes les propriétés qui caractérisent les rayonnements radioactifs.

La longueur de ce parcours a été mise en évidence en mesurant, par exemple, la distance maximum à laquelle les particules sont encore capables de provoquer, soit une action ionisante ou photographique, soit la phosphorescence du sulfure de zinc. La distance limite de l'action, pour tous ces effets étudiés, a été trouvée identique et l'on suppose que le pouvoir ionisant des rayons cesse au même instant que leur pouvoir de provoquer la phosphorescence.

Pour la détermination de la distance limite du pouvoir ionisant, on se sert d'un dispositif dans lequel la couche active est déplacée progressivement jusqu'au point extrême, où aucune ionisation ne se produit plus. Le procédé est le même pour l'étude du phénomène de la phosphorescence. La première méthode peut être très exacte; la seconde, au contraire, présente plusieurs difficultés dont la plus importante provient de la sensibilité insuffisante des yeux, surtout lorsque l'activité du produit est très faible.

Pour mesurer le parcours de rayons α par la scintillation, j'ai imaginé une méthode qui reste assez sensible même si le rayonnement est relativement faible.

Le principe de cette méthode consiste à disposer sous un certain angle un écran de sulfure de zinc en face d'une couche de la matière rayonnante placée elle-même horizontalement; dans ces conditions, la scintillation cesse à partir d'une région de l'écran, telle que la distance entre l'écran et la couche de matière active dépasse la longueur de parcours des rayons α étudiés.

Si l'on place maintenant une plaque photographique directement sur l'écran de sulfure de zinc préparé sur du verre mince et bien transparent, les scintillations impressionnent cette plaque et après développement on obtient une tache limitée dont la partie extrême dépend de la longueur du parcours des rayons et de l'inclinaison de l'écran. Pour trouver la longueur du parcours cherché exprimé en millimètres, il suffit de multiplier la longueur (en millimètres) de cette tache par le sinus de l'angle limité par la surface de l'écran et la couche de matière active.

Il est facile de voir l'avantage de ce dispositif : le sulfure de zinc est très lumineux sous l'action des rayons α, mais il l'est très peu sous l'action des rayons β ou γ. Ce fait ressort du reste suffisamment de mes expériences. Le verre qui porte le sulfure de zinc est assez épais pour absorber tous les rayonnements provenant d'une substance faiblement active; en général aucun rayonnement radioactif ne peut parvenir jusqu'à la plaque photographique située au-dessus; d'autre part la couche de sulfure de zinc est assez transparente pour laisser passer les rayons lumineux : dans ces conditions, ne peuvent agir sur la plaque photographique que les rayons lumineux provenant du sulfure de zinc rendu phosphorescent par les rayons α. Il est évident que la durée de la pose dépend de l'activité de la matière.

J'ai eu beaucoup de difficulté à me procurer un sulfure de zinc exempt de matières radioactives. Ce produit est généralement fabriqué par des usines qui s'occupent en même temps de la fabrication de substances radioactives dont la moindre trace suffit pour le faire scintiller continuellement, et cet effet peut cacher complètement l'effet étudié. Comme plaque photographique, j'ai employé celle de Lumière *Extra sensible*.

Avec ce dispositif, j'ai étudié d'abord le parcours des rayons α du polonium [1]. Il est facile d'obtenir en quatre jours un effet assez net avec un écran convenablement préparé et avec une couche de polonium seulement cinq fois plus active que l'uranium. Mais le produit que j'employais était généralement plus actif et la pose plus longue; quelquefois la plaque était encore renforcée.

L'action sur la plaque développée se présentait sous forme d'une tache foncée dont les parties les plus voisines de la matière active étaient le plus impressionnées; l'intensité de cette impression diminuait très lentement, jusqu'à un certain endroit où elle devenait relativement faible, mais restait toujours distincte des endroits non impressionnés. Si l'on se rend compte du dispositif employé, il est facile de comprendre la cause de l'allure dégradée de l'impression au moment où elle va s'annuler.

---

(1) Ce produit, ainsi que toutes les ressources de laboratoire, a été mis à ma disposition par Mme Curie, à qui j'exprime toute ma gratitude.

Les expériences ont été répétées avec différents échantillons de polonium plus ou moins forts. La durée de la pose a varié de trois jours jusqu'à quatre mois, et enfin l'inclinaison de l'écran de sulfure de zinc a varié de 30° à 45°.

La longueur du parcours, calculée d'après l'effet obtenu, était à peu près la même dans chaque cas, mais toujours inférieure de 2^{mm} au moins à celle mesurée par la méthode de l'ionisation.

Je suis arrivé à constater le même effet avec un produit faible renfermant les radium D, E, F, c'est-à-dire en présence de rayons β; ceci prouve que la phosphorescence du sulfure de zinc provoquée par ces rayons est négligeable vis-à-vis de celle due à l'action de rayons α.

Enfin je n'ai pas pu mettre en évidence l'existence d'une telle impression brusquement limitée, lorsque j'ai disposé de la même façon, mais en l'absence d'écran de sulfure de zinc, une plaque photographique au-dessus du polonium. En ce cas, l'effet se produisait sur toute la longueur de la plaque.

De plus cette impression était, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup plus faible que celle obtenue avec un écran de sulfure de zinc. L'impression produite par la lumière de sulfure de zinc rendu phosphorescent par les rayons α est donc plus forte que celle obtenue directement avec les rayons α.

Cette méthode permet de déterminer avec une assez grande précision le parcours de substance d'activité assez faible avec lesquelles il serait difficile d'employer l'appareil de Bragg.

La précision de mes mesures me paraît suffisante pour penser que le parcours déterminé par la scintillation est un peu plus court que celui déterminé par l'action ionisante sur les gaz.

RADIOACTIVITÉ. — *Décomposition de l'eau par les rayons ultra-violets.* Note de M. **Miroslaw Kernbaum**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note présentée à l'Académie le 22 février 1909, MM. Courmont et Nogier ont décrit une méthode de stérilisation de l'eau par les rayons ultra-violets. Ayant observé précédemment la formation de l'eau oxygénée dans l'eau, exposée à l'action des rayons β du radium [1], j'ai entrepris, sur le conseil de M. Debierne, d'étudier si le même phénomène n'intervient pas sous l'influence des rayons ultra-violets, ce qui expliquerait leur action stérilisante sur l'eau et le lait.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 705.

15^{cm^3} d'eau distillée, préalablement bouillie, ont été exposés dans un récipient en quartz aux rayons émis par une lampe à mercure système *Heraeus*. Après 10 heures d'exposition, j'ai pu déjà observer à l'aide d'un manomètre un dégagement gazeux provenant de l'eau; ce dégagement semblait d'abord augmenter à peu près proportionnellement au temps, ensuite toujours plus lentement. Pendant les 35 dernières heures de l'exposition, dont la durée totale était de 200 heures, je n'ai pu constater aucune augmentation de pression. Or, si l'on suppose que l'intensité des rayons ultra-violets agissant sur l'eau est restée constante pendant toute la durée de l'expérience, ce qui est difficile à vérifier, on doit admettre que, dans les conditions où j'ai opéré, le dégagement gazeux cesse, après avoir atteint un maximum.

Avant l'expérience, l'appareil était vidé et je m'assurais à la jauge de Mac-Leod que la pression résiduelle attribuable à quelques traces d'air ne dépassait pas $\frac{1}{100}$ de millimètre de mercure.

Après avoir refoulé le gaz recueilli dans un tube eudiométrique gradué, j'ai constaté que son volume, qui était de 260^{mm^3} environ, ne diminuait point sous l'influence de l'étincelle électrique, il se combinait au contraire avec l'oxygène de l'air atmosphérique en donnant de l'eau.

Ce gaz était donc de l'hydrogène. Je me suis mis alors à la recherche du peroxyde d'hydrogène dont la formation simultanée était à supposer, et j'ai pu en effet constater sa présence dans l'eau par les méthodes suivantes :

1° Par la coloration bleue d'une solution d'iodure de potassium amidonnée et additionnée de quelques gouttes de sulfate de fer;

2° Par la coloration jaune de l'acide titanique dissous dans l'acide sulfurique dilué;

Et 3° par la décoloration du permanganate de potasse en opérant sur une solution légèrement acidulée par H^2SO^4.

Ces essais donnent donc une preuve directe que les rayons ultra-violets décomposent l'eau et que le mode de cette décomposition est le même mode anormal que j'ai constaté sous l'action des rayons β du radium (1) et pour lequel j'ai suggéré la formule

$$2H^2O = H^2O^2 + H^2.$$

On peut donc admettre l'existence d'une cause commune dans ces deux cas. Je suppose que, dans le cas des rayons ultra-violets, c'est l'effet Hertz qui intervient pour produire ce genre de décomposition. On sait que M. E. Bloch a récemment observé cet effet sur l'eau (2) et les solutions salines.

D'ailleurs, déjà en 1898, M. C.-T.-R. Wilson (3), pour expliquer la condensation de la vapeur d'eau dans l'oxygène humide sous l'influence des rayons ultra-violets, a supposé

(1) *Comptes rendus*, t. CLIX, p. 116.

(2) *Le Radium*, t. VI, 1909, p. 74.

(3) *Philosophical Transactions*, t. CXCII (A), p. 103.

que l'eau oxygénée se formait dans les petites gouttelettes. M. H. Thiele (¹) a observé dernièrement la formation de peroxyde d'hydrogène dans l'eau sous l'influence de mêmes rayons.

Les résultats de mes expériences sont aussi bien d'accord avec le fait établi depuis longtemps par Schöne (²), à savoir que l'eau oxygénée se trouve dans l'eau de pluie et dans la neige, que sa quantité est plus considérable dans le jour que dans la nuit et qu'il ne s'en trouve pas dans la rosée.

Il est vrai que MM. Courmont, Nogier et Rochaix (³), en immergeant une lampe à mercure dans l'eau, n'ont pu constater aucune formation d'ozone au moyen de la réaction bien connue sur l'iodure de potassium, réaction que j'ai employée avec un résultat positif pour trouver de l'eau oxygénée; mais, dans les expériences de ses auteurs, l'exposition n'a duré que quelques minutes et la quantité d'H^2O^2 formée a dû être trop faible pour avoir pu être décelée.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le dégagement d'émanation de radium.* Note de M. **H. Herchfinkel**, présentée par M. Lippmann.

On sait que l'émanation du radium se dégage difficilement de ses sels solides ou des sels de baryum qui accompagnent généralement le radium. Ainsi les expériences de Mme Curie et, plus récemment, celles de M. Kolowrat indiquent qu'une proportion de quelques centièmes seulement est dégagée à la température ordinaire par le sulfate, le chlorure ou le carbonate. Cependant la longue durée de la vie moyenne de l'émanation du radium devrait permettre la sortie de l'émanation par diffusion au travers du sel solide. Au contraire, malgré la très courte durée de vie moyenne de l'émanation de l'actinium, celle-ci se dégage très facilement, et une très forte proportion de cette émanation est immédiatement dégagée des sels solides à la température ordinaire, ainsi que cela résulte des observations de M. Giesel, M. Debierne et, plus récemment, de M. Henriot.

Cette très grande différence dans les dégagements des émanations peut provenir, d'une part, de la nature des émanations, d'autre part, de la nature

(¹) *Chem. Centralblatt*, 1908, p. 508.

(²) *Berichte d. deutschen chem. Ges.*, 1874, p. 1693; 1877, p. 482, 561, 574 et 1028.

(³) *Comptes rendus* du 12 juillet 1909.

et de l'état physique des substances accompagnant l'élément radioactif qui engendre cette émanation.

Le radium est accompagné par le baryum et l'actinium généralement accompagné de terres rares. Sur la proposition de Mme Curie, j'ai recherché si cette dernière influence était importante et si, par exemple, on ne pouvait pas faciliter le dégagement de l'émanation du radium en diluant le radium dans des matières telles que les terres rares qui laissent dégager les émanations du thorium et de l'actinium.

Cette manière de voir a été confirmée par mes expériences. En effet, comme on le verra dans le Tableau ci-joint, j'ai réussi à obtenir des préparations solides de radium dégageant environ 30 pour 100 de l'émanation qu'elles produisent. Mes expériences ont porté sur les hydrates de didyme, fer, thorium, aluminium et urane, fluorures de didyme et baryum, oxalates de didyme et baryum, sulfate de baryum et plomb, chromate de baryum et fer. Pour obtenir ces préparations, j'opérais généralement de la même manière. La solution à l'état de nitrate de l'un des éléments précédents était mélangée avec 5^{cm^3} d'une solution contenant par centimètre cube $0^{mg},36$ de bromure de radium d'activité à peu près 40000; chaque solution contenait donc la même quantité de radium; l'émanation dégagée par cette quantité en 20 heures était égale à 613, dans les unités arbitraires choisies. On effectuait la préparation du sel insoluble et l'on examinait séparément le dégagement de l'émanation pour le liquide et pour le précipité desséché et pulvérisé.

Le dégagement de l'émanation par le précipité était examiné de la façon suivante : on le chauffait pendant à peu près 24 heures à 110°, puis on l'enfermait dans des tubes scellés et l'on mesurait l'émanation accumulée en 20 heures. Les expériences préliminaires ont montré que ce long dessèchement est tout à fait nécessaire.

Le Tableau suivant donne les résultats obtenus :

L'émanation dégagée en 20 heures par la solution primitive $= 613 \left(\frac{10000}{16,3 \text{ sec.}}\right)$.

	Par le liquide filtré.	Par le sel solide.
Les hydrates.		
Didyme	603	2
Fer	48	161
Urane	11	120
Thorium	598	2
Aluminium	582	10
Baryum (hydrate + carbonate)	345	9

	Par le liquide filtré.	Par le sel solide.
Les fluorures.		
Baryum	»	29
Didyme	»	120
Les chromates.		
Baryum	1	27
Fer (¹)	13	200
Les oxalates.		
Baryum	37	32
Didyme	125	71
Les sulfates.		
Baryum	»	17
Plomb	»	20

On conclut de l'examen du Tableau :

1° Que les hydrates de fer et d'urane entraînent la presque totalité du radium, tandis que ceux de thorium, de didyme et d'aluminium ne le font que très peu;

2° Que tous ces hydrates dégagent une assez grande proportion d'émanation à l'état sec [2];

3° Que le dégagement pour les sels de baryum est très faible et ne dépend pas généralement de la nature du radical;

4° Le $DiFl^3$ et le chromate de fer dégagent une beaucoup plus forte proportion d'émanation. L'oxalate de didyme en dégage moins et le sulfate de plomb en dégage très peu, comme le sulfate de baryum. Il est possible qu'en faisant varier le mode de préparation des sels on atteigne un pouvoir émissif encore plus élevé. Il serait également intéressant d'étudier le dégagement dans un air sec, car dans certains cas l'humidité semble jouer un rôle important, ainsi que l'avait fait voir M. Dorn.

(¹) Le dégagement a été encore diminué en chauffant très longtemps à 110°.

(²) La proportion de l'émanation dégagée par les hydrates de Di, Th, Al n'est toutefois pas déterminée avec assez de précision par cette méthode, car la quantité totale d'émanation produite par le précipité est déduite de la différence entre deux nombres voisins et relativement grands.

Je me réserve de faire une étude comparative de ces hydrates dans les conditions aussi identiques que possible, pour préciser mieux l'influence du caractère des trois métaux précédents sur les dégagements.

Les résultats obtenus peuvent avoir un intérêt pratique. En effet, pour recueillir une quantité importante de l'émanation dégagée par un sel de radium, on était obligé soit de fondre le sel, soit d'employer la dissolution, et, dans certains cas, cela pouvait avoir des inconvénients. L'emploi de précipité d'hydrate ou de chromate de fer et d'hydrate d'urane, ou de fluorure de didyme, permet d'obtenir un fort dégagement, le sel restant à l'état sec.

J'ai également constaté pour plusieurs préparations que le dégagement de l'émanation augmente lorsqu'on élève la température (¹); mais cette élévation de température paraît produire souvent une modification de la préparation, qui, lorsqu'elle a été chauffée pendant longtemps, n'est plus susceptible de dégager aussi facilement l'émanation.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation par voie chimique*. Note de M. **Léon Bloch**, présentée par M. Bouty.

Dans des Notes récentes, MM. de Broglie et Brizard d'une part (²), M. Reboul de l'autre (³), reprenant et complétant les expériences de Enright, Townsend, Kösters, E. Bloch, etc., indiquent les conclusions auxquelles ils sont arrivés dans l'étude de l'ionisation par voie chimique.

Les premiers estiment, comme l'avaient déjà suggéré Kösters (⁴) et J.-J. Thomson (⁵), que la cause unique de l'ionisation par voie chimique est « un phénomène physique, le plus souvent une rupture de surface liquide ou cristalline ».

Le second, moins affirmatif, croit aussi à l'action prépondérante du barbotage, tout en indiquant un certain nombre d'actions chimiques produisant, semble-t-il, des ions sans barbotage.

Certains résultats que j'ai publiés et d'autres que je ferai connaître bientôt paraissent imposer de garder sur ces questions une très grande réserve.

1° La conductibilité des fumées de chlorhydrate d'ammoniaque, observée par

---

(¹) Mme Curie (*Thèse*, p. 129) et M. Kolowrat (*Le Radium*, 1907, p. 317).

(²) M. de Broglie et Brizard, *Comptes rendus*, 1er juin et 14 juin 1909.

(³) Reboul, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.

(⁴) Kösters, *Wied. Ann.*, 1899, p. 12.

(⁵) *Cond. of electricity through gases*, 2e édition, p. 411.

M. Reboul, et non admise par M. de Broglie (après beaucoup d'autres) (¹), semble demander de nouvelles études.

2° M. Reboul a observé la conductibilité des vapeurs nitreuses formées par l'action de l'oxygène de l'air sur le bioxyde d'azote. Des expériences que j'ai faites avant la publication de M. Reboul m'ont conduit à un résultat opposé.

3° M. Reboul (en désaccord avec MM. de Broglie et Brizard) fait supposer que les décompositions chimiques sont toujours accompagnées d'émissions de charges des deux signes. Je suis en mesure d'indiquer comme exception la dissociation de l'hydrogène arsénié dans l'appareil de Marsh. Cette dissociation ne produit aucune ionisation.

4° Les réactions purement gazeuses donnent aussi, d'après M. Reboul, des ions des deux signes. J'ai déjà fait connaître (²) que la formation d'anhydride sulfurique par le procédé de contact ne donne lieu à aucune ionisation. Je puis ajouter qu'il en est de même de la formation d'hydrogène sulfuré par union directe des éléments.

5° Nous avons montré (³) que la phosphorescence du phosphore à la température ordinaire est accompagnée d'ionisation et que celle du soufre, à toute température, ne l'est pas. Comme nous l'avons déjà indiqué à cette occasion, il est difficile d'interpréter cet exemple par des différences d'actions physiques.

Les idées théoriques émises par MM. de Broglie et Brizard et par M. Reboul gardent donc nécessairement un caractère hypothétique. Si l'origine de l'ionisation par voie chimique doit se trouver entièrement dans des actions analogues au barbotage, ce résultat ne pourra être établi définitivement que par de nouvelles recherches.

PHYSIQUE. — *Sur l'ionisation de la paraffine à différentes températures.* Note de M. **Tcheslas Bialobjeski**, présentée par M. Villard.

Les expériences, qui vont être brièvement décrites, apportent, je crois, des preuves nouvelles en faveur du caractère ionique de la conductibilité acquise par les diélectriques solides et liquides sous l'action des rayonnements nouveaux.

La substance étudiée a été la paraffine dure, extraite d'ozokérite et dont les qualités isolantes ont été mises en évidence par M. Malclès.

Le dispositif dont je me suis servi consiste en un condensateur plan placé dans une cuvette en porcelaine contenant de la paraffine coulée. L'appareil permet de faire agir le rayonnement ionisant sur la substance solide ou liquide

(¹) G.-C. Schmidt, E. Bloch (*Thèse*), etc.

(²) L. Bloch, *Comptes rendus*, 22 mars 1905.

(³) L. et E. Bloch, *Comptes rendus*, 9 novembre 1908.

à travers un disque d'aluminium de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur. Ce disque est entouré d'un anneau de garde et constitue l'une des armatures du condensateur; il est relié à un électromètre Moulin. L'autre armature est chargée au moyen d'une batterie de petits accumulateurs. Pour la mesure des courants relativement forts, on relie une capacité convenable à l'électromètre.

Les rayons ionisants émanent de 1^{mg} de bromure de radium qui est contenu dans une capsule fermée par une fenêtre de mica. L'action des rayons α est ainsi exclue. J'ai fait des mesures à deux distances séparant les armatures du condensateur, à savoir 1^{mm} et 1^{cm}.

La conductibilité de la paraffine à l'état solide présente des particularités déjà signalées par H. Becquerel. Le fait frappant est l'accroissement très considérable de la conductibilité pendant une longue période, si la substance est continuellement exposée au rayonnement. A mesure que la température monte, les deux courants, spontané, et dû au rayonnement, augmentent, d'abord très lentement. Au voisinage du point de fusion, qui est à peu près 74°, s'observe un accroissement rapide : dans l'intervalle de 10°, les deux courants deviennent 8 fois plus forts. Ensuite l'accroissement se ralentit.

Le Tableau suivant représente les résultats des expériences, effectuées à une distance de 1^{mm} et pour une différence de potentiel de 720 volts entre les plateaux. Le courant y est rapporté à 1^{cm^2} de surface et à l'unité électrostatique de champ électrique, c'est-à-dire les nombres donnent la conductibilité en unités électrostatiques.

Températures.	Courant spontané.	Courant en présence du radium.	Leur rapport.
20°	$0,6.10^{-4}$	9.10^{-4}	15
60	0,8	10	12,5
66	1	12	12
70	1,2	18	15
72	2,4	28	11,7
74	3,3	50	15,1
76	4,6	86	18,7
80	9,1	148	16,2
85	10	155	15,5
90	11	165	15
95	14	179	12,8
100	16	185	11,5

Nous voyons que le courant spontané et le courant d'ionisation restent dans un rapport qui varie peu. Cela conduit à penser, d'une part, que les conductibilités permanente et acquise sont dues à des centres analogues, d'autre part, que les variations du courant avec la température proviennent principalement des changements de la mobilité des ions qui le transportent, et que, par conséquent, le nombre des ions présents dans la

substance ou créés par le rayonnement reste à peu près constant. Nous aurons dans la suite une preuve directe de cette assertion.

Le courant dans la couche mince de paraffine liquide possède des propriétés particulières.

On peut distinguer trois phases successives dans la variation du courant spontané avec le champ électrique. Jusqu'à un champ de 200 volts : cm environ, le courant suit exactement la loi d'Ohm.

Ensuite, l'augmentation devient plus lente et entre 900 volts : cm et 2700 volts : cm, il croît à peine. A partir de cette valeur du champ le courant monte de nouveau avec une rapidité croissante (la plus grande force électromotrice dont je disposais était 1760 volts).

D'ailleurs, le courant spontané est toujours petit en comparaison du courant d'ionisation. Celui-ci ne présente pas les singularités décrites tout à l'heure. D'abord il croît proportionnellement à la force électromotrice et puis de plus en plus lentement en s'approchant de la saturation aux plus hauts champs réalisés. L'ionisation produite par le rayonnement disparaît dans le liquide au bout de quelques minutes, tandis que dans le diélectrique solide elle persiste pendant plusieurs heures.

Pour la distance d'un centimètre entre les armatures, on n'observe pas la troisième phase du courant spontané, ce qui est du reste compréhensible, le champ étant devenu dix fois plus faible. A partir de 1000 volts, on a sensiblement le courant de saturation. Naturellement, la saturation n'a pas pu être atteinte dans le cas du courant d'ionisation.

Récemment, Cäcilia Böhm-Wendt et E. v. Schweidler ont mesuré la mobilité des ions dans l'éther de pétrole (voir *Physik. Zeitschrift*, 1er juin 1909, p. 379).

Par une méthode analogue, j'ai trouvé, pour la somme des mobilités des ions de deux signes qui transportent le courant spontané, la valeur $5.10^{-4} \frac{\text{cm : sec}}{\text{volt : cm}}$ à 100° et $3,5.10^{-4}$ à 80°. Le rapport de ces mobilités est voisin du rapport des intensités, ce qui démontre la constance du nombre d'ions, quand la température varie.

PHYSIQUE. — *Sur les conditions de stabilité de l'arc de Poulsen.* Note de M. C. **Tissot**, présentée par M. Villard.

Dans les applications de l'arc de Poulsen à la télégraphie et à la téléphonie sans fil, il importe d'avoir une onde parfaitement pure, afin que la résonance soit très aiguë. On peut y parvenir par divers procédés.

L'un de ces procédés, qui a été récemment indiqué par MM. Colin et Jeance (dans la séance du 10 mai 1909), consiste à utiliser des effets sélectifs en accordant un circuit inductif auxiliaire de constantes convenables sur l'une des oscillations plus ou moins nombreuses qui ont pris spontanément naissance dans le circuit de l'arc.

J'ai indiqué, dans une Note déposée sous pli cacheté (dans la séance du 29 mars), un procédé qui présente une certaine analogie avec celui auquel je viens de faire allusion, mais repose en réalité sur un principe tout différent et permet, à mon sens, d'atteindre plus méthodiquement le résultat voulu.

Il est basé sur les considérations suivantes :

L'arc de Poulsen ne donne naissance au phénomène complexe bien connu de production d'un cortège d'oscillations de périodes différentes, incessamment variables, et irrégulièrement distribuées en série discontinue, qu'autant que le circuit inductif dérivé présente une self-induction *trop petite* par rapport à sa capacité.

Il donne au contraire une oscillation unique, de période *parfaitement déterminée et égale à la période propre du circuit dérivé* (pour un réglage convenable de la longueur de l'arc et du courant d'alimentation), quand le rapport de la capacité à la self-induction prend une valeur suffisamment faible $\left(\text{un rapport } \frac{C}{L} \text{ de l'ordre de grandeur de } \frac{1}{10^4} \text{ au plus}\right)$.

Cette condition suffit à assurer la stabilité de l'arc lorsqu'il fonctionne seul ou que l'on n'extrait qu'une fraction faible de l'énergie mise en jeu.

Pour que cette fraction représente une quantité d'énergie appréciable, il faut que l'énergie mise en jeu dans le circuit en dérivation sur l'arc soit notable, c'est-à-dire que ce circuit ait une *grande capacité*.

Les deux conditions ne sont compatibles que si l'on emploie des ondes *longues*.

S'il en est autrement, on est conduit, pour satisfaire à la première condition, à employer une *petite capacité* dans le circuit oscillatoire dérivé.

Si l'on essaie alors d'extraire de l'énergie en associant ce circuit par couplage (non extrêmement lâche) à un système rayonnant accordé, l'arc devient instable, l'instabilité se traduisant par de brusques variations d'amplitude qui amènent rapidement, parfois instantanément, le *décrochage*, c'est-à-dire l'arrêt des oscillations.

Pour permettre à un échange d'énergie de se produire entre le circuit en dérivation sur l'arc et un circuit rayonnant, il convient de suppléer à l'inertie insuffisante du circuit dérivé [circuit (1)] en lui associant un circuit auxiliaire de *grande capacité*.

Ce circuit oscillatoire de grande capacité [circuit (2)], mis en résonance avec le circuit (1), qui emmagasine de l'énergie d'une manière progressive à mesure qu'il entre en vibration et devient capable de réagir sur le circuit (1) en suppléant à ses défaillances accidentelles, se comporte en somme comme le *volant* d'un moteur ([1]).

Son rôle n'est nullement d'exercer un effet sélectif sur des oscillations de périodes différentes ayant pris spontanément naissance dans le circuit de l'arc, puisque, indépendamment de lui, l'arc ne donne ici qu'une période unique. Il consiste simplement à permettre à des variations de régime de se produire dans le système rayonnant accordé (antenne) sans affecter le régime oscillatoire de l'arc.

Le couplage des circuits (1) et (2) doit être tel que des réactions mutuelles se produisent entre eux, de sorte qu'ils puissent jouer alternativement le rôle de source d'énergie.

Il convient qu'il ne soit pas trop serré, afin que l'oscillation produite par couplage conserve une période voisine de la période propre du circuit (1) de l'arc.

Dans ces conditions, il n'apparaît après couplage, *indistinctement*, bien entendu, dans tout le système, qu'une oscillation unique aussi pure et aussi stable que si le circuit (1) était seul.

C'est l'oscillation normale de couplage de période la *plus longue*, c'est-à-dire celle qui correspond à l'amortissement le *plus faible*. Si la période résultante ne diffère pas beaucoup de la période propre du circuit (1), l'amortissement résultant demeure sensiblement égal à l'amortissement du circuit de l'arc, c'est-à-dire très faible.

Ces conditions générales conviennent également à la télégraphie et à la téléphonie par arc.

L'antenne doit, bien entendu, être accordée sur la période résultante et couplée d'une manière assez lâche pour que la période du système demeure la même, soit qu'on la couple, soit qu'on ne la couple pas.

On sait que pour la téléphonie on peut opérer en intercalant simplement le microphone en série dans l'antenne.

En pareil cas, il ne paraît y avoir *a priori* aucun intérêt à associer en série plusieurs microphones.

([1]) Des considérations analogues paraissent avoir conduit Ruhmer à employer à la fois un circuit de petite capacité et un circuit de grande capacité en dérivation tous deux sur l'arc.

Les conditions optima se trouvent remplies, ainsi que permet de le constater l'expérience, *lorsque la résistance du microphone est égale à la résistance d'émission de l'antenne*, c'est-à-dire lorsque l'insertion du microphone dans l'antenne réduit le courant à la moitié de sa valeur primitive.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse par les courbes de miscibilité; son application aux huiles servant à l'alimentation.* Note (¹) de M. **E. Louïse.**

Dans une Note précédente, j'ai montré qu'un certain nombre d'huiles donnaient avec l'acétone des mélanges *doubles*. Si l'on appelle (π) le poids variable d'huile et (p) le poids constant d'acétone, on peut aisément construire, pour différentes huiles, la courbe correspondant aux températures de miscibilité d'une part et aux rapports $\left(\frac{\pi}{\pi+p}\right)$ d'autre part : il nous a paru plus commode, en pratique, de prendre les températures de miscibilité correspondant à des poids variables d'huile additionnés d'un volume constant d'acétone, soit 20^{cm^3}.

La suite de cette étude, dans laquelle le but pratique est particulièrement visé, nous a permis de faire un certain nombre d'observations qui nous ont démontré d'une part la sensibilité extrême de la méthode, mais nous ont obligé d'autre part à préciser les détails de son application.

En opérant, à quelques instants d'intervalle, sur divers échantillons d'une huile déterminée que l'on traite par la même acétone, on constate des variations très sensibles dans la courbe de miscibilité. En opérant à quelques jours d'intervalle sur un même échantillon d'une huile déterminée qu'on traite encore par de l'acétone, provenant du même flacon, on fait des constatations analogues.

Après avoir envisagé successivement diverses hypothèses pour expliquer ces différences, j'ai pu m'assurer qu'elles provenaient exclusivement, dans le premier cas, de traces d'eau variables accompagnant *à peu près toutes les huiles commerciales, même les plus limpides*, et, dans le second cas, de l'hydratation de l'acétone par la vapeur d'eau de l'atmosphère. Il devenait donc indispensable, pour régulariser la méthode, d'opérer avec *de l'huile sèche* et avec *de l'acétone toujours semblable à elle-même*.

(¹) Reçue dans la séance du 12 juillet 1909.

Préparation de l'huile. — L'huile à étudier est filtrée, s'il est nécessaire, à la température de 15°, pour séparer les glycérides dont le point de solidification est inférieur à cette température, et elle est abandonnée pendant 3 jours dans le vide en présence d'acide sulfurique sous une épaisseur de 1^{cm} environ. La dessiccation à l'étuve altère la composition de l'huile, peut-être en raison même de l'eau qu'elle renferme primitivement.

Préparation de l'acétone. — L'acétone dont nous faisons usage est d'abord débarrassée d'un excès d'eau; à cet effet, elle est agitée avec du carbonate de soude calciné, filtrée rapidement, puis distillée dans un ballon surmonté d'une allonge renfermant encore du carbonate de soude sec. On recueille le produit passant à 56°-57°. Pour en fixer la constance surtout au point de vue de l'humidité, nous prenons comme point de départ l'alcool absolu. Ce dernier, grâce à un mélange double qu'il forme avec un pétrole distillant à 210°-225°, permet de créer un pétrole type; et celui-ci, grâce à un mélange double qu'il forme avec l'acétone, permet à son tour de créer une acétone type ([1]). Pour préserver l'acétone type de toute altération provenant de l'humidité, il convient de la placer dans un gros réservoir à robinet avec un tube mesureur qui permet de faire des prises exactes de 20^{cm^3} avec rentrée d'air sec.

La méthode étant ainsi définitivement établie, nous avons pu faire d'abord l'étude des huiles servant à l'alimentation. Nous avons opéré sur des produits authentiques comprenant neuf échantillons d'huile d'olive et respectivement deux échantillons des huiles de sésame, de coton, d'arachide.

Les courbes correspondant respectivement à divers échantillons d'une même espèce d'huile sont presque parallèles et très rapprochées les unes des autres; en ce qui concerne les huiles d'olive, ces courbes sont comprises entre les extrêmes que nous représentons sur la figure. Les huiles de coton et de sésame, utilisées fréquemment pour la falsification de l'huile d'olive, donnent des courbes situées au-dessous de l'axe (X) et très éloignées des courbes de l'huile d'olive. Les courbes des huiles d'arachide sont au-dessus du groupe des huiles d'olive sans en être cependant très éloignées.

Les courbes correspondant à des mélanges de ces diverses huiles viennent se placer, comme nous avons pu nous en assurer, entre les courbes des huiles isolées.

Les résultats que nous venons de résumer, et dont l'exposé des détails paraîtra ailleurs, nous permettent de distinguer des crus d'huile et d'iden-

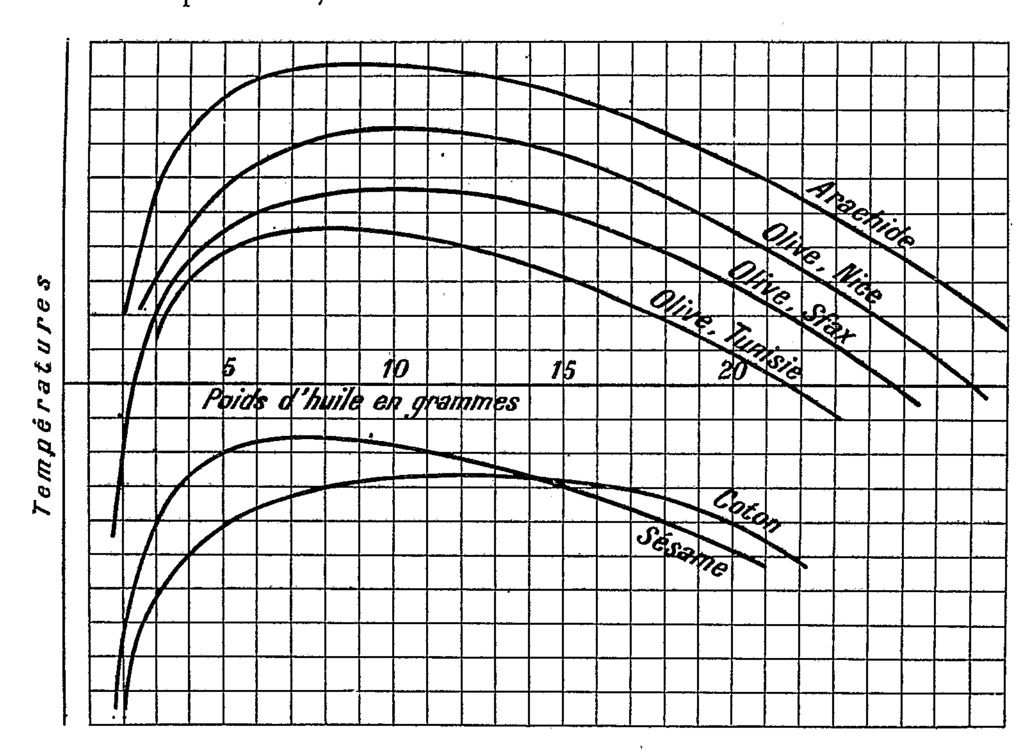
---

([1]) *Alcool et pétrole.* — La courbe est construite avec un volume constant de pétrole, soit 20^{cm^3}, et des volumes croissants d'alcool absolu; avec le type de pétrole adopté, 10^{cm^3} d'alcool en particulier donnent une température de miscibilité de $+4°,9$.

Pétrole et acétone. — La courbe est construite avec un volume constant d'acétone, soit 20^{cm^3}, et des volumes croissants de pétrole; avec le type d'acétone adopté, 10^{cm^3} de pétrole type en particulier donnent une température de miscibilité de $+1°$.

tifier des échantillons d'huile de même espèce. Si, par l'analyse, on a déterminé qualitativement la falsification d'huile d'olive au moyen d'huile de sésame, de coton, on pourra trouver approximativement la proportion du mélange par la comparaison des courbes; l'arachide présentera à cet égard moins d'exactitude.

Nous nous servons encore de cette méthode pour identifier les huiles médicinales ainsi qu'un certain nombre de produits pharmaceutiques, les baumes en particulier, dont les constantes sont mal déterminées.



En évaluant les variations des températures de miscibilité en fonction des quantités d'eau contenues dans les corps sur lesquels on expérimente, on peut doser l'eau dans ces corps, dans les huiles par exemple. La présence de cet élément joue vraisemblablement un rôle important dans le rancissement.

Les mélanges doubles donnés par l'acétone et le pétrole, par le pétrole et l'alcool absolu, nous ont permis d'instituer une nouvelle méthode d'alcoométrie, de faire des essais de pétrole, d'aniline, de glycérine, d'essences diverses, etc.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les états allotropiques du phosphore*. Note de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. Le Chatelier.

En soumettant le phosphore rouge du commerce à des décantations fractionnées, on peut séparer des grains de grosseurs différentes. Les plus gros sont violet foncé sans forme définie ; les plus fins sont jaune rouge et sont d'une telle ténuité qu'ils restent en suspension dans l'eau pendant plusieurs mois; ils sont en outre animés du mouvement brownien. Un simple broyage permet d'ailleurs de passer de la première à la seconde espèce. Ceci montre que la couleur du phosphore, qui a souvent été considérée comme caractéristique de son état allotropique, peut être uniquement fonction de degré de petitesse des grains. Il n'y a pas lieu non plus de considérer comme un état allotropique distinct le phosphore colloïdal obtenu en mettant en suspension les grains les plus fins ([1]).

Action de la chaleur. — Si l'on chauffe dans des tubes en verre d'Iéna scellés et vides d'air le phosphore rouge en gros grains, dès la température de 400° un changement devient visible après le refroidissement; l'état de division de la matière n'a pas changé, mais leur couleur a varié du violet au rouge. La même transformation est aussi nette sur les morceaux compacts que le commerce livre sous le nom de *phosphore brut;* elle est toutefois beaucoup plus lente à obtenir.

Afin de pouvoir suivre le phénomène, j'ai pris la densité des échantillons en les mettant en suspension après compression dans un mélange de tétrabromure d'acétylène et d'éther ([2]).

Le phosphore rouge du commerce, obtenu en chauffant pendant plusieurs jours le phosphore blanc à 280°, possède une densité $D_0 = 2,18$. C'est un état allotropique bien défini, car, chauffé 72 heures à 350°, sa densité reste constante.

En chauffant le même phosphore en grains pendant 60 heures à 400°, sa densité, qui était 2,18, devient $D_0 = 2,37$.

A 480°, la même densité est atteinte en 2 heures 30 minutes, et c'est bien là un état définitif, car à 480° en 15 heures, la densité est $D_0 = 2,37$.

A 600°, en 1 heure 20 minutes, le nombre obtenu est encore $D_0 = 2,37$.

Il y a donc le passage d'une variété de densité 2,18 à une variété de densité 2,37. Cette variété est bien définie, car sa densité n'est pas, comme on le croyait, fonction de la température à laquelle il a été chauffé ([3]).

([1]) H. Le Chatelier, *Comptes rendus,* t. CXLVI, p. 49.

([2]) Retgers, *Z. anorg. Chem.,* t. III, 1893, p. 399.

([3]) Troost et Hautefeuille, *Comptes rendus,* t. LXXVIII, p. 748.

Cette divergence me paraît provenir du fait que les savants qui ont affirmé l'existence d'une succession continue d'états allotropiques sont partis du phosphore blanc pour faire leurs expériences. Ce dernier se transforme en restant compact et donne du phosphore rouge aggloméré qui ne subit plus que très lentement le changement d'état que je viens de signaler. En effet un morceau de phosphore brut, chauffé pendant 15 heures à 480°, n'a comme densité que 2,31. Au bout de 20 heures, 2,32. La vitesse de cette transformation dépend donc de la surface extérieure. Un phénomène analogue a d'ailleurs été signalé pour le quartz.

Au-dessous de 360° la variation de densité due à l'action de la chaleur seule devient insensible. Mais en présence d'une trace d'iode ($\frac{1}{1000}$) à 330°, le phosphore rouge en grains subit en 24 heures une transformation totale; la densité obtenue est $D_0 = 2,37$. A 280° la même réaction est très sensible, puisqu'au bout de 12 heures la densité est $D_0 = 2,35$; dans ce dernier cas, il faut ajouter au moins $\frac{1}{500}$ d'iode, dont on sépare la presque totalité par distillation avant d'ouvrir le tube.

Le phosphore rouge, obtenu dans l'industrie en chauffant le phosphore blanc, est donc un état instable; en effet, à la température même où il se forme, une action catalytique suffit à la transformer en une variété stable dont l'aspect est différent et dont la densité est de 9 pour 100 plus élevée. Le nom de *phosphore pyromorphique* me paraît convenir à cette variété, d'après son mode de préparation.

Si l'on effectue incomplètement la transformation du phosphore rouge en phosphore pyromorphique, la couleur du produit obtenu est marron analogue à celle de l'oxyde puce. Un morceau de phosphore brut traité de la même façon présente un aspect analogue.

J'ai pu obtenir, avec des échantillons de ce dernier, des surfaces polies qui, examinées au microscope, se sont toujours montrées homogènes; on aurait donc, non pas une juxtaposition des deux variétés, mais une solution solide.

Peut-être peut-on trouver dans ce phénomène une explication nouvelle de la perturbation décrite par M. Lemoine dans son Mémoire classique [1]. Ce savant a remarqué que la tension de vapeur définitive du phosphore rouge est atteinte en passant par un maximum. Si l'on admet que la solution phosphore rouge phosphore pyromorphique est analogue aux solutions

$$C^2H^4O^2 - C^7H^8,\quad C^3H^6O - CS^2,\quad \ldots,$$

la tension de vapeur doit, pour une concentration déterminée, être supé-

---

(1) LEMOINE, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXIV, 4e série, p. 154.

rieure à celle qui s'établit pour toutes les autres; comme dans le cas qui nous occupe la concentration varie avec le temps par suite de l'augmentation continue de la proportion de phosphore pyromorphique, il s'ensuit que la fonction qui représente la tension de vapeur par rapport au temps doit présenter un maximum.

J'ai d'ailleurs vérifié que, parmi les échantillons que j'ai préparés, celui qui a pour densité 2,29 commence à se vaporiser à une température inférieure à celle de tous les autres produits.

Fusion du phosphore. — En enfermant les tubes contenant le phosphore rouge dans des tubes en fer pleins de sable, j'ai pu fondre le corps en le chauffant à 725°. Un cristal de corindon placé à la partie supérieure du tube tenu verticalement a été retrouvé, après l'expérience, à la partie inférieure. Le phosphore fondu est violet et sa densité est 2,27. En refroidissant brusquement par la trempe dans l'eau le cylindre de fer à 725°, le phosphore fondu, la densité et l'aspect du produit sont restés les mêmes. Ce résultat est contraire aux expériences de Chapmann [1], qui prétend avoir obtenu ainsi du phosphore blanc.

En résumé, j'ai montré que le phosphore rouge ordinaire est un état instable quoique défini, que la variété allotropique stable du phosphore, que j'ai décrite sous le nom de *phosphore pyromorphique,* pouvait être obtenue par l'action de la chaleur seule au-dessus de 360° et en présence d'un catalyseur au-dessus de 250°, que le phosphore pyromorphique est caractérisé par une densité constante de 2,37. Enfin j'ai fondu le phosphore rouge en le chauffant à 725°.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates du chlorure et du bromure de thorium.* Note de M. **Ed. Chauvenet**, transmise par M. Haller.

Les hydrates du chlorure de thorium signalés jusqu'ici sont les suivants :

$ThCl^4, 7H^2O$ [2], $ThCl^4, 8H^2O$ [3], $ThCl^4, 9H^2O$ [4].

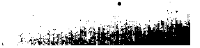
L'existence du premier a été contestée par MM. Rosenheim, Samter et

(1) *Société chimique de Londres,* 20 avril 1899.

(2) Krüss, *Zeit. anorg. Chem.,* t. XIV, 1897, p. 361.

(3) Clève, *Jahresb.,* t. CCLXI, 1874, et Moissan et Martinsen, *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 1510.

(4) Rosenheim et Schilling, *Ber. Chem. Gesell.,* 1900, p. 977.



Davidson [1], qui ont obtenu l'hydrate à $8H^2O$. M. Moissan et M. Martinsen [2] ont également préparé ce même composé à $8H^2O$. J'appellerai ce composé à $8H^2O$ l'hydrate normal. C'est le seul hydrate dont l'existence soit incontestable jusqu'ici.

Quant au bromure de thorium, on a décrit les hydrates

$$ThBr^4, 7H^2O, \quad ThBr^4, 8H^2O, \quad ThBr^4, 10H^2O.$$

Le premier a été préparé par MM. Rosenheim et Schilling, par la méthode qui leur a permis d'obtenir le chlorure à $9H^2O$.

MM. Lesinsky et Gundlich [3] ont préparé l'hydrate à $8H^2O$ en évaporant dans le vide et à l'abri de la lumière la dissolution bromhydrique de $Th(OH)^4$.

Enfin, MM. Janasch et Lesinsky [4] ont obtenu $ThBr^4, 10H^2O$ par évaporation d'une solution d'hydrate thorique dans HBr aqueux.

I. *Chlorures de thorium hydratés.* — Si l'on abandonne $ThCl^4, 8H^2O$ sous cloche sèche à la température ordinaire, les cristaux perdent rapidement leur bel éclat et donnent comme limite l'hydrate $ThCl^4, 7H^2O$ de Krüss. C'est le terme le moins hydraté qu'on puisse obtenir à la température et à la pression ordinaires.

Chauffé à 50° dans un courant soit d'hydrogène, soit de gaz chlorhydrique secs, $ThCl^4, 8H^2O$ perd très lentement 4^{mol} d'eau et donne un corps répondant à $ThCl^4, 4H^2O$; ce même produit prend naissance aussi en soumettant l'hydrate normal dans le vide sec pendant plusieurs jours.

Si l'on porte $ThCl^4, 8H^2O$ à la température du bain-marie, on constate la formation d'un chlorure ne retenant que $2H^2O$, $ThCl^4, 2H^2O$. C'est le dernier terme d'hydratation de $ThCl^4$, car, dès qu'on dépasse 100°, $ThCl^4, 8H^2O$ se transforme en

$$Th(OH)Cl^3H^2O$$

d'abord et en $ThOCl^2$ ensuite, ainsi que je l'ai montré précédemment [5].

J'ai dit aussi qu'au rouge $ThOCl^2$ se sépare en $ThCl^4$ et en ThO^2.

La chaleur de fixation de chaque molécule d'eau établit donc d'une part l'existence réelle d'hydrates à 2, 4, 7 et $8H^2O$; d'autre part, l'existence d'hydrates plus riches en eau que l'hydrate normal est possible, car de 3,25 à 1,43, qui est la limite pour l'eau, il y aurait encore place pour un ou deux hydrates donnant de 2^{Cal} à 3^{Cal}. Cependant j'ai dit que je n'avais pas réussi à préparer l'hydrate à $9H^2O$.

---

(1) Rosenheim, Samter et Davidson, *Zeit. anorg. Chem.*, t. XXXV, 1903, p. 424.
(2) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1510.
(3) Lesinsky et Gundlich, *Zeit. anorg. Chem.*, t. XV, 1897, p. 81.
(4) Janasch et Lesinsky, *Zeit. anorg. Chem.*, t. V, 1897, p. 283.
(5) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1046.

Résultats thermiques.

	Chaleur de dissolution.	Chaleur de fixation de n mol. d'eau sur $ThCl^4$.	de n' mol. d'eau sur l'hydrate précédent.	de 1 H^2O sur l'hydrate précédent.
	Cal	Cal	Cal	Cal
$ThCl^4 + Aq$...	+56,7	»	»	»
$ThCl^4, 2H^2O + Aq$...	+41,08	+15,62	+15,62	+7,8
$ThCl^4, 4H^2O + Aq$...	+26,23	+30,47	+14,85	+7,42
$ThCl^4, 7H^2O + Aq$...	+14,7	+42	+11,53	+3,84
$ThCl^4, 8H^2O + Aq$...	+11,45	+45,25	+ 3,25	+3,25

II. *Bromures de thorium hydratés.* — J'appelle ici *hydrate normal* le composé que l'on obtient toutes les fois qu'on évapore au bain-marie une dissolution de $Th(OH)^4$ dans HBr alcoolique. Quand on a complètement desséché sur plaque poreuse le produit obtenu, il se présente sous la forme de longues et belles aiguilles répondant à la formule $ThBr^4, 12H^2O$; il n'avait pas été décrit.

Si l'on dessèche ce composé sous cloche sèche, il perd $2H^2O$ et se transforme en $ThBr^4, 10H^2O$, dérivé identique à celui qu'ont décrit MM. Janasch et Lesinsky.

Enfin, dans le vide sec, $ThBr^4, 12H^2O$ perd lentement $5H^2O$ et donne naissance à l'hydrate de MM. Rosenheim et Lesinsky, c'est-à-dire $ThBr^4, 7H^2O$.

Quant au bromure à $8H^2O$, son existence est douteuse; en opérant comme l'indiquent MM. Lesinsky et Gundlich, j'ai toujours constaté la formation du composé à $7H^2O$. D'autre part, en partant soit d'une solution de $Th(OH)^4$ dans HBr aqueux, soit d'une dissolution aqueuse de $ThBr^4$, j'ai obtenu, soit par évaporation lente, soit par évaporation au bain-marie (à la lumière ou à l'obscurité), un oxybromure dont l'analyse correspond à la formule $ThBr^{3,5}, 8,5H^2O$; c'est probablement $Th^2(OH)Br^7, 16H^2O$, soit $ThBr^4 + ThOBr^3 + 16H^2O$.

Résultats thermiques.

	Chaleur de dissolution.	Chaleur de fixation de n mol. d'eau sur $ThBr^4$.	de n' mol. d'eau sur l'hydrate précédent.	de 1 H^2O sur l'hydrate précédent.
	Cal	Cal	Cal	Cal
$ThBr^4 + Aq$..	+70,19	»	»	»
$ThBr^4, 7H^2O + Aq$..	+22,55	+47,64	+47,64	+6,80
$ThBr^4, 10H^2O + Aq$..	+ 9,84	+60,35	+12,71	+4,24
$ThBr^4, 12H^2O + Aq$..	+ 2,30	+67,89	+ 7,54	+3,77

Tandis qu'à 50° $ThCl^4, 8H^2O$ se transforme en $ThCl^4, 4H^2O$, à cette même température $ThBr^4, 12H^2O$ produit $Th(OH)Br^3H^2O$, composé analogue à $Th(OH)Cl^3H^2O$, lequel prend naissance au-dessus de 100° seulement.

Enfin, vers 105°, $ThBr^4, 12H^2O$ fournit $ThOBr^2$ [1], de même que $ThCl^4, 8H^2O$ fournit $ThOCl^2$ vers 250°.

Ainsi les dérivés oxyhalogénés du bromure se forment à des températures bien plus basses que celles où prennent naissance les dérivés correspondants du chlorure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sulfates doubles.* Note de M. **Barre**, présentée par M. H. Le Chatelier.

I. *Sulfate de strontium et de potassium.* — Le sulfate de strontium donne très facilement avec le sulfate de potassium un sulfate double, décomposable par l'eau, obtenu pour la première fois par Rose [2] par évaporation des solutions mélangées. Il suffit d'agiter quelques instants du sulfate de strontium avec une solution de sulfate de potassium pour que le sel double se forme. Le strontium se dosant presque exclusivement à l'état de sulfate, il était intéressant de déterminer le champ d'existence du sulfate double en fonction de la température. Les quantités de K^2SO^4 contenues dans la liqueur en équilibre avec les deux phases solides : sulfate double, $SrSO^4$, sont les suivantes :

	K^2SO^4 dans 100 parties	
Température.	de solution.	d'eau.
17°,5	1,27	1,29
50	1,88	1,92
75	2,71	2,79
100	3,90	4,05

Aucun autre sel double ne prend donc naissance entre 0° et 100°.

Lorsqu'à une solution de sulfate de potassium on ajoute une solution de sulfate de strontium, il se forme au bout de quelque temps un dépôt cristallin de sulfate double. La solubilité de $SrSO^4$, déjà très faible dans l'eau ($1,0 \times 10^{-2}$), est donc diminuée par la présence de K^2SO^4. Ce sulfate

---

(1) Ce composé a déjà été obtenu par une autre méthode par M. Bourion (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 243).

(2) Rose, *Ann. Phys. Chem. Pogg.*, t. XCIII, 1854, p. 594.

double répond à la formule $K^2SO^4SrSO^4$, sans eau de cristallisation :

	Pour 100.	
	Trouvé.	Calculé.
Perte au rouge	nulle	»
$SrSO^4$	52,1	51,3
SO^3	45,3	44,7

II. *Sulfate de strontium et d'ammonium.* — Rose [1] indique que, lorsqu'on traite une solution d'un sel de strontium par du sulfate d'ammonium, il se précipite d'abord du sulfate de strontium, puis au bout de quelque temps un sulfate double. Ce fait ne semble pas avoir été confirmé depuis. Le champ d'existence de ce sel double est très peu étendu, et, tandis que le sulfate de strontium et de potassium est stable en présence de quantités relativement faibles de K^2SO^4, le sulfate de strontium et d'ammonium exige au contraire des quantités considérables de $(NH^4)^2SO^4$: il n'est stable que dans des solutions presque saturées. Voici les concentrations des solutions en équilibre avec le sel double et $SrSO^4$:

	$(NH^4)^2SO^4$ dans 100 parties	
Température.	de solution.	d'eau.
50°	43,99	78,54
75	45,40	83,15
100	45,27	86,12

Malgré sa facile décomposition par l'eau et la présence d'une grande quantité de sulfate d'ammonium, j'ai pu obtenir ce sel double dans un assez grand état de pureté; il forme une poudre cristalline blanche, très semblable au sulfate double de strontium et de potassium, et répondant à la formule $SrSO^4(NH^4)^2SO^4$:

	Pour 100.	
	Trouvé.	Calculé.
Perte au rouge $[(NH^4)^2SO^4 + x H^2O]$	43,0	41,8
$SrSO^4$	57,6	58,1
SO^3	51,5	50,7

Il est à remarquer que ces deux sulfates doubles ne correspondent en rien aux sulfates doubles de calcium et potassium et de calcium et ammonium.

---

(1) Rose, *Ann. Phys. Chem. Pogg.*, t. CX, 1860, p. 296.

D'autre part, je n'ai pu, dans les conditions où j'ai opéré, obtenir une combinaison du sulfate de strontium et du sulfate de sodium.

III. *Sulfate de plomb et de potassium.* — Ce sel a été obtenu pour la première fois par Becquerel ([1]) en précipitant l'acétate ou le nitrate de plomb par le sulfate de potassium. Ditte ([2]) a montré qu'il se forme par simple contact du sulfate de plomb avec une solution de sulfate de potassium. Ce sulfate double, de formule $PbSO^4K^2SO^4$, est décomposé par l'eau. Son champ d'existence, limité d'une part par la courbe de solubilité du sulfate de potassium, a pour limite inférieure les valeurs suivantes :

Température.	K^2SO^4 dans 100 parties de solution.	d'eau.
7°	0,56	0,57
17	0,62	0,64
50	1,09	1,11
75	1,37	1,39
100	1,69	1,72

IV. *Sulfate de plomb et d'ammonium.* — Ce sel double, de formule $PbSO^4(NH^4)^2SO^4$, a été préparé d'abord par Wöhler et Litton ([3]). Il est décomposé par l'eau. D'après Ditte ([4]), « les quantités de $(NH^4)^2SO^4$ que l'eau doit renfermer pour ne pas décomposer le sel double sont 78g,9 par litre à 13°, 99g,8 à 70° ». De nombreuses expériences m'ont montré qu'il est décomposé même à froid par une solution contenant 100g de $(NH^4)^2SO^4$ par litre.

Les quantités de $(NH^4)^2SO^4$ nécessaires pour que le sel double soit stable sont les suivantes :

Température.	$(NH^4)^2SO^4$ dans 100 parties de solution.	d'eau.
20°	12,17	13,86
50	16,15	19,25
75	19,52	24,31
100	22,74	29,42

([1]) BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. LXIII, 1866, p. 1.
([2]) DITTE, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIV, 1878, p. 190.
([3]) WÖHLER et LITTON, *Ann. Chem. und Pharm.*, t. XLIII, p. 126.
([4]) DITTE, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIV, 1878, p. 190.

Le champ d'existence de ce sulfate double est donc limité d'une part par ces valeurs, et d'autre part par la courbe de solubilité du sulfate d'ammoniaque peu influencée par la présence du sulfate de plomb. Ce sel double a donné à l'analyse :

	Pour 100.	
	Trouvé.	Calculé pour $PbSO^4(NH^4)^2SO^4$.
Perte au rouge naissant $[(NH^4)^2SO^4 + x H^2O]$.	31,5	30,3
$PbSO^4$	69,0	69,6
SO^3	38,1	36,7

Je n'ai pu obtenir, dans les conditions où j'ai opéré, de combinaison entre le sulfate de plomb et le sulfate de sodium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du butanetriol-1.2.4.* Note de M. PARISELLE, transmise par M. Haller.

Le point de départ de ce travail a été le bromure

$$CH^2BrCHBr.CH^2CH^2OCH^3$$

préparé et décrit par M. Lespieau (1).

Voici quelques constantes physiques de ce corps que j'ai déterminées :

Point d'ébullition	96° sous 16mm
d_0	1,817
n^D_{20}	1,5158
Réfraction moléculaire	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{d} = 42,25$
» calculée	42,3

J'ai porté à l'ébullition pendant 40 heures 300g de ce bromure et 4l d'eau. Au bout de ce temps, le brome étant presque totalement disparu, j'ai neutralisé par le carbonate de plomb, puis j'ai évaporé dans le vide la solution filtrée. M'étant assuré que l'eau n'avait rien entraîné, j'ai soumis à la distillation fractionnée dans le vide le liquide sirupeux restant; je l'ai ainsi divisé en deux portions : l'une bouillant de 75° à 90° et l'autre de 110° à 130°. La première partie renferme l'oxyhydrofurfurane, la seconde un glycol dont je vais décrire les propriétés.

(1) LESPIEAU, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1161.

Monométhyline du butanetriol-1.2.4

$$CH^2OH - CHOH - CH^2 - CH^2OCH^3.$$

Point d'ébullition	121° sous 12mm
d_0	1,11
n_{20}^{D}	1,448
R_m	30,05
R_m calculé	29,82

Ce glycol, dont la formation à partir du dibromure est toute naturelle, a été caractérisé par l'isocyanate de phényle; il a donné une diuréthane fondant à 111°-112°.

Oxyhydrofurfurane $\begin{matrix} CHOH - CH^2 \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 \qquad CH^2 \\ \diagdown O \diagup \end{matrix}$. — C'est un liquide distillant à 81°-82° sous 13mm et à 181° sous pression ordinaire.

d_0	1,107
n_{20}^{D}	1,4478
R_m	21,91
R_m calculé	21,61

Sa formation s'explique par un enlèvement d'alcool méthylique au glycol précédent, enlèvement favorisé par l'acide bromhydrique libre et la température relativement élevée de la réaction.

La constitution de ce corps résulte des faits suivants :

1° Le corps est saturé, il ne décolore pas une solution de brome dans le chloroforme à froid;

2° Il possède une fonction alcool que j'ai mise en évidence par l'isocyanate de phényle : j'ai ainsi obtenu une uréthane fondant à 120° et de formule

$$CO \begin{cases} OC^4H^7O \\ NHC^6H^5 \end{cases}$$

3° Traité par de l'anhydride acétique en présence de chlorure de zinc, cet oxyde alcool m'a donné la triacétine du butanetriol-1.2.4 dont le point d'ébullition est de 150° sous 11mm;

4° La formation de ce corps au sein d'une solution d'acide bromhydrique à 110° écarte l'hypothèse d'un oxyde α.

En résumé, on a donc bien affaire à un anhydride du butanetriol obtenu par Wagner (¹) à partir de l'allylcarbinol.

A partir du glycol précédemment décrit j'ai préparé d'autres dérivés du butanetriol dont l'étude suit.

Dibromo-1.4-*butanol*-2 $CH^2BrCHOHCH^2CH^2Br$. — Le glycol a été porté à 110°-115° et saturé d'acide bromhydrique jusqu'à refus. La déméthylation est facile à suivre en recueillant les gaz dans de l'eau glacée : il s'y forme un hydrate de bromure de méthyle cristallisé. J'ai obtenu ainsi un liquide noirâtre que j'ai lavé à l'eau, au carbonate de potasse, puis à l'eau.

Après deux rectifications ce bromure distille à 114°-115° sous 13^{mm}.

d_0	2,023
n^D_{20}	1,544
R_m	37,3
R_m calculé	37,7

Oxyde de butylène bromé $CH^2 - CH - CH^2 - CH^2Br$ (les deux premiers C liés par O). — La dibromhydrine précédente est dissoute dans de l'éther anhydre; on y ajoute peu à peu la quantité calculée de potasse finement pulvérisée; la réaction terminée, on filtre et l'on chasse l'éther.

On obtient ainsi un liquide distillant à 58° sous 14^{mm} et 160° sous pression ordinaire.

d_0	1,59
n^D_{20}	1,478
R_m	27,61
R_m calculé	27,96

Ce corps ne décolore pas la solution chloroformique de brome; il précipite la magnésie d'une solution de chlorure de magnésium dans l'eau alcoolisée.

J'ai traité cet oxyde bromé par de l'eau chargée de traces d'acide sulfurique, dans le but de l'hydrolyser et d'obtenir la monobromhydrine du butanetriol

(A) $CH^2OH.CHOH.CH^2.CH^2Br$.

Or en distillant les produits de la réaction j'ai obtenu de l'oxyhydrofurfurane et du dibromo-1.4-butanol-2 sans traces du corps attendu (A).

(¹) WAGNER, Band XXVII, p. 2437.

Voici apparemment ce qu'il se passe : A dès qu'il se forme perd HBr en donnant l'oxyhydrofurfurane et HBr libre se fixe aussitôt sur l'oxyde non hydrolysé pour former la dibromhydrine.

J'attirerai spécialement l'attention sur deux expériences de ce travail qui montrent la facilité avec laquelle les chaînes en C^4 se ferment.

MINÉRALOGIE. — *Sur la formation des gisements d'or.* Note de M. L. **De Launay**.

J'ai déjà, à diverses reprises, insisté sur l'importance de la notion de profondeur originelle appliquée à l'interprétation de ce que j'ai appelé les *types régionaux de gîtes métallifères*. Des recherches en cours depuis plusieurs années pour un travail d'ensemble sur la *Métallogénie asiatique* m'ont amené à faire une application nouvelle de ces idées aux gisements aurifères et spécialement à ceux qui renferment de l'or dans des conditions pratiquement très différentes de celles qu'on rencontre dans d'autres pays comme la Californie, où l'érosion a moins agi que dans la plus grande partie de l'Asie russe ou de la Péninsule hindoue : où, dès lors, la profondeur originelle a été moindre. En principe, la théorie générale, que j'ai essayé de prouver sur d'autres exemples et dont nous retrouvons ici une démonstration, est que le type filonien représente un type relativement superficiel, mais n'ayant pas cependant produit ses effets jusqu'à la surface, et correspond à une zone de cristallisation restreinte dans l'écorce terrestre. Quand la profondeur originelle a été notablement plus grande, on trouve, en se rapprochant des magmas ignés qui ont dégagé les métaux à l'état de fumerolles, des imprégnations filoniennes liées au métamorphisme des terrains encaissants, puis les formes que j'ai désignées sous les noms de *ségrégations* et d'*inclusions*. Dans le cas de l'or, je vais montrer que toute une série importante de gisements se relie à des dérivations plus ou moins éloignées des magmas granitiques.

En partant de la surface, on observe, dans une série de pays au type métallifère analogue et tous également caractérisés par des mouvements orogéniques récents, par une érosion peu avancée, des filons proprement dits, à remplissage quartzeux auro-argentifère, qui sont parfois, comme en Californie, d'une richesse exceptionnelle. Ici, de même que pour tous les filons nets d'incrustation hydrothermale, la relation avec

une roche ignée reste hypothétique, le départ ayant été accentué. Il est néanmoins très vraisemblable que l'or californien dérive des granites crétacés qui forment des massifs à son voisinage et qui ont métamorphisé fortement les sédiments. De très nombreux gisements pyriteux, contenant ou non de l'or, sont en relation de contact direct avec des granites proprement dits. En étudiant la *Métallogénie de l'Italie*, j'en ai cité des exemples pour la Toscane et l'île d'Elbe. Ailleurs, des chalcopyrites aurifères rentrent dans le même cas.

En nous enfonçant, nous attribuons au type ouralien, situé dans une chaîne dont le plissement est carbonifère et dont l'érosion est par suite très avancée (sans atteindre pourtant ce qu'elle est dans les Massifs primitifs), une profondeur de cristallisation plus grande. Ici, la relation de l'or avec les magmas granitiques apparaît immédiate; mais il s'agit de granites riches en minéralisateurs ayant pris les formes du granite à mica blanc, de l'aplite, du microgranite, etc. L'or remplit, soit dans les craquelures des filons d'aplite et de pegmatite, soit dans les terrains immédiatement contigus, des veines quartzeuses, où l'on observe une association de l'or (inclus dans la pyrite de fer) avec quelques autres sulfures métalliques, et une autre association avec la tourmaline, sur laquelle j'appellerai l'attention comme très caractéristique dans tous les pays du monde où la même profondeur d'érosion a été atteinte, aussi bien au Brésil, en Chine ou à Madagascar que dans notre Plateau Central français. L'or, à Bérézovsk, Pychminsk, Tchéliabinsk, Kotchkar, se rencontre dans les craquelures d'un greisen, d'une aplite, d'un microgranite, ou simplement d'un granite porphyroïde.

Des conditions toutes analogues se sont prêtées ailleurs à la cristallisation de l'étain, du bismuth, etc., en stockwerks et il en résulte le rapprochement très habituel de ces deux métaux avec l'or.

Enfin, quand on s'approfondit encore dans l'écorce comme cela se produit dans les grands faîtes primitifs de la Sibérie, ou dans les massifs homologues de l'Inde, de l'Afrique centrale, etc., on trouve un type un peu différent, où les pyrites aurifères imprègnent des terrains métamorphisés par le voisinage du granite, sans prendre l'allure de véritables filons. Là, les massifs granitiques proprement dits sont entourés, dans les sédiments ayant formé leur couvercle, d'une auréole de métamorphisme, qui, suivant des lois bien connues, peut se traduire, ou par une injection feldspathisante ayant plus ou moins donné l'allure de gneiss, ou, à plus grande distance, par une simple recristallisation des éléments. Ce phénomène profond a déterminé, en même temps, une cristallisation de pyrite, souvent aurifère, qui peut s'éloigner assez loin, dans chaque cas particulier, du granite originel (jusqu'à 10^{km} ou 20^{km}), mais qui n'en est pas moins liée à lui très manifestement. L'or peut alors se montrer comme faisant partie du ciment même des gneiss, ainsi que M. Lacroix l'a observé à Madagascar. Ou, plus souvent, la pyrite aurifère quartzeuse constitue, dans les schistes, d'innombrables petits filons-couches à allure interstratifiée, donnant lieu à une très grande dissémination de l'or, qui, par l'abondance et parfois même la richesse des placers résultant de leur destruction, ont maintes fois provoqué de fâcheuses illusions industrielles. La présence de l'or correspond, comme dans le cas précédent, à une auréole presque constante de tourmaline.

Peut-être ce mode de formation en profondeur, par un phénomène d'imprégnation disséminée liée à la mise en place des magmas ignés, rend-il compte de certains gise-

ments restés énigmatiques. A côté d'une autre théorie que nous avons proposée, on peut y songer dans le cas des conglomérats du Witwatersrand au Transvaal, où bien des faits semblent militer en faveur d'une imprégnation postérieure, effectuée entre les interstices des galets mal soudés.

BOTANIQUE. — *Observations biologiques sur l'arbre à caoutchouc du Tonkin* (Bleekrodea tonkinensis). Note de MM. **Eberhardt** et **M. Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous avons attiré précédemment l'attention [1] sur l'importance économique que présente pour l'Indo-Chine la diffusion considérable sur son territoire d'une espèce caoutchoutifère arborescente, appartenant à la famille des Moracées, le *Teo-nong*, que nous avons appelé *Bleekrodea tonkinensis;* des renseignements complémentaires sur cette plante ont été fournis à plusieurs reprises par l'un de nous dans le *Bulletin économique de l'Indo-Chine* [2]. Rappelons seulement que le latex de cet arbre est remarquablement riche en caoutchouc, que sa teneur s'élève facilement à 70 pour 100 et que le produit, préparé avec soin, n'est guère moins estimé que le Para.

Le but de la présente Note est de faire connaître certaines particularités biologiques relatives à cette espèce et de montrer leur rapport avec les conditions mêmes de sa végétation.

Le *Teo-nong* croît en abondance dans toute la région calcaire et schisto-calcaire du Tonkin et du Nord-Laos; dans les terrains schisteux, les arbres sont de meilleure venue et se développent avec beaucoup plus d'intensité, car on trouve à la surface du sol une couche épaisse d'humus et de schistes décomposés, riches en éléments fertilisants. Les terrains calcaires sont beaucoup plus pauvres en terre végétale et les racines de l'arbre y sont réduites à s'insinuer dans les fissures de la roche, où elles ne trouvent qu'une maigre nourriture. Dans tous les cas, le *Bleekrodea* est adapté à des sols peu aptes à retenir l'humidité, soit que les eaux s'infiltrent dans les fentes dont le calcaire est sillonné en tous sens, soit qu'après avoir pénétré la couche superficielle, elles glissent à la surface des schistes non décomposés, fortement inclinés par les mouvements géologiques; de sorte que le

---

(1) Dubard et Eberhardt, *Sur un arbre à caoutchouc du Tonkin* (*Comptes rendus,* 14 octobre 1907).

(2) Eberhardt, *Bull. écon. Indo-Chine,* nos 65, 66, 67, 68, 74.

Teo-nong, sans être une plante désertique, doit cependant pouvoir profiter rapidement de l'eau que met à sa disposition une série de pluies et résister à des périodes de sécheresse assez prolongées; il présente, en effet, des dispositions très particulières permettant soit l'accumulation d'eau dans certains tissus, soit la limitation de la transpiration.

La constitution de réserves aqueuses est assurée grâce à la production de nodosités radicales, dont la taille varie depuis celle d'une noisette jusqu'aux dimensions d'un œuf de cane, plus nombreuses et plus grosses chez les individus végétant sur les calcaires; à la surface des schistes, la terre végétale retient, en effet, passablement l'humidité et le besoin de réservoirs d'eau est moins impérieux pour la plante.

Les nodosités ne sont pas disposées en chapelets, mais simplement isolées le long des racines, et constituent comme des centres de développement pour les racines d'ordre inférieur. A l'état jeune, elles sont à peu près sphériques avec une surface lisse; leur croissance étant plus ou moins régulière, leur forme s'altère par la suite, en même temps que leur surface se recouvre d'un liège abondant qui, sous l'influence de la poussée produite par l'extension du cylindre central, se crevasse suivant deux directions croisées et forme, en définitive, un revêtement creusé d'une sorte de réseau. Ce liège s'exfolie peu à peu; il est remplacé par un suber plus régulier qui ne se fendille plus, le tubercule ayant terminé sa croissance; enfin, les très vieilles nodosités prennent un aspect très tourmenté, sans forme bien définie.

Au point de vue anatomique, les tubercules radicaux sont constitués essentiellement par une abondante production des tissus secondaires libéro-ligneux. Le bois secondaire acquiert surtout une épaisseur considérable; les vaisseaux y sont répartis suivant des files radiales, étroites, régulières, séparées par de très larges rayons médullaires; ces files sont plus ou moins discontinues, en ce sens que les vaisseaux n'y forment point une suite régulière, mais sont agencés en groupes séparés par du parenchyme ligneux. Ces groupes, considérés dans l'ensemble des files, jalonnent plus ou moins nettement des sortes de zones d'accroissement, qui correspondent vraisemblablement à l'alternance des périodes de sécheresse et d'humidité; les zones correspondant aux saisons humides sont naturellement les plus riches en vaisseaux. Les rayons médullaires se prolongent en s'épanouissant dans le parenchyme libérien, où ils renferment de nombreuses macles d'oxalate de chaux. Le tissu péridermique fait suite d'une manière indistincte au liber secondaire et le tubercule est limité extérieurement par une épaisse couche de liège.

Ces tubercules, nés sur les racines d'un arbre, se développent évidemment d'une manière beaucoup plus lente que les formations très analogues de l'*Euphorbia Intisy*, plante broussailleuse des régions désertiques du sud de Madagascar, et il en résulte que l'ordre normal des éléments histologiques y est beaucoup moins modifié. On

observe surtout une distension des cellules des rayons médullaires, qui se localise d'abord dans les régions de moindre résistance, c'est-à-dire au niveau des zones formées pendant les saisons humides, sur les courbes d'accroissement jalonnées par les groupes de vaisseaux. Ces cellules s'étirent surtout dans le sens tangentiel et se distinguent alors très nettement des cellules non modifiées des rayons, qui sont au contraire allongées radialement. Peu à peu, la distension cellulaire atteint les autres éléments plus résistants des rayons, ainsi que les cellules du parenchyme ligneux. Un fait très curieux consiste dans la différenciation aux dépens des cellules étirées des rayons médullaires de vaisseaux rayés reliant entre eux tangentiellement les groupes de vaisseaux de deux files voisines. Ces vaisseaux s'observent nettement, suivant leur longueur, dans une coupe transversale et forment en quelque sorte les canalisations destinées à l'apport de l'eau, dans les régions où celle-ci s'accumule de préférence.

Une seconde particularité de l'appareil végétatif du *Teo-nong* résulte de l'abondance très frappante des cystolithes; les deux faces du limbe foliaire en sont véritablement constellées et le nombre de ces éléments est encore considérable à la surface du pétiole; les sols si riches en sels de chaux que recherche cet arbre expliquent, conformément aux expériences de Chareyre [1], l'abondance du carbonate de chaux dans ses tissus.

Les cellules à cystolithes se développent dans l'épiderme et restent superficielles, en prenant une prépondérance de taille plus ou moins accentuée sur les cellules voisines. Les cystolithes sont pédonculés en forme de grappe, recouverts, aussi bien sur la tige que sur la partie renflée, de concrétions calcaires. Celles-ci transsudent même à travers l'épiderme et forment extérieurement, autour de l'insertion du pied, de véritables plages calcaires, toutes hérissées de crêtes; c'est ce qui donne aux feuilles le toucher sableux qui les caractérise. Étant données l'abondance des cystolithes et l'adjonction de ces concrétions externes, il en résulte un véritable empâtement de la surface foliaire, qui diminue notablement la perte d'eau par transpiration. C'est là le dispositif réalisé par la plante pour résister plus facilement aux périodes de sécheresse et, d'après cet exemple typique, il nous paraîtrait rationnel de généraliser dans ce sens le rôle des cystolithes.

En résumé, le *Bleekrodea* végète dans des terrains riches en calcaire et où l'écoulement des eaux est toujours très rapide; il en résulte :

1° Une richesse particulière des tissus en sels de chaux, soit sous forme d'oxalate (macles), soit sous forme de carbonate (cystolithes);

2° Des dispositifs particuliers destinés soit à constituer des réserves aqueuses (tubercules radicaux), soit à diminuer la déperdition de vapeur d'eau (cystolithes à incrustations externes).

---

(1) Chareyre, *Nouvelles recherches sur les cystolithes* (Thèse de Montpellier, 1884).

PARASITOLOGIE. — *Sur un nouvel Entophyte parasite d'un Coléoptère.* Note de MM. L. Léger et E. Hesse, présentée par M. Guignard.

Nous avons rencontré chez le *Dorcus parallelipipedus* L. un Entophyte encore non signalé, que nous désignerons sous le nom d'*Ophryomyces dorci* N. g. n. sp.

Le parasite habite exclusivement les tubes de Malpighi, dans lesquels il forme d'abondantes colonies fixées à la surface des cellules épithéliales.

L'aspect de la colonie, la forme et le mode de fixation des individus qui la composent rappellent d'une façon surprenante les *Ophryocystis*, Schizogrégarines dont l'un de nous a donné, en 1907, une étude monographique complète. Et cependant, en dehors de cette curieuse convergence morphologique, due sans doute au même milieu, les *Ophryomyces* et les *Ophryocystis* n'ont, à notre avis, aucun lien de parenté.

Nous distinguons dans les colonies d'*Ophryomyces* les stades végétatifs, qui se multiplient activement dans l'hôte, et les stades sporulés, qui donnent des spores durables destinées à gagner l'extérieur.

Stades végétatifs. — Les stades végétatifs, ordinairement réunis en nombreux amas ou colonies, ont la forme de dômes ou de massues plus ou moins allongées; ils mesurent 6^{μ} à 8^{μ} chez les formes globuleuses et sont fixés à l'épithélium par des radicelles comme les *Ophryocystis*. Leur cytoplasme très clair est alvéolaire. Le plus souvent, ils possèdent un seul noyau formé d'un réseau chromatique avec un gros nucléole et un suc nucléaire clair, limité par une mince paroi. Ces stades végétatifs se multiplient activement par division binaire ou par étranglements successifs en chapelet dans les formes allongées. Les divers individus résultant de la division restent reliés par de fins tractus cytoplasmiques et forment ainsi des sortes de réseaux plasmodiaux à la surface de l'épithélium malpighien.

Sporulation. — Deux individus, situés côte à côte et présentant chacun 3 ou 4 noyaux, grandissent et s'appliquent étroitement l'un contre l'autre, ordinairement par leur portion distale renflée en massue. Les deux parties en contact se fusionnent alors pour donner une spore ovoïde, dans laquelle on distingue deux noyaux, un gros et un petit, provenant respectivement des deux conjoints, ce qui exprime sans doute une différenciation sexuelle. Ces deux noyaux, après avoir subi la réduction chromatique, se fusionnent en un synkarion en même temps que la spore se revêt d'une paroi résistante. Pendant ce processus, il est très fréquent de voir les individus stériles qui avoisinent le couple s'appliquer étroitement sur la spore et lui former ainsi une enveloppe protectrice. Cette enveloppe complexe se gélifie, pendant que la spore est entraînée au dehors avec les produits d'excrétion.

Les spores se forment ainsi isolément et l'*Ophryomyces* est un organisme monosporé.

Les spores mûres, ovoïdes, de 12µ sur 9µ, possèdent une paroi lisse, incolore, résistante, avec un cytoplasme vacuolaire et un noyau central; conservées longtemps à l'extérieur, en chambre humide, elles ne montrent aucun changement.

Nous ne discuterons pas, dans cette courte Note, la position systématique de l'*Ophryomyces,* que nons inclinons à ranger dans le groupe des Mycétozoaires, dont nous avons déjà fait connaître plusieurs exemples parasites de divers Insectes.

ZOOLOGIE. — *Le stolon génital des Diplosomes (Ascidies composées); son évolution au cours de la régression partielle et de la displanchtomie des ascidiozoïdes.* Note de M. **Antoine Pizon**, transmise par M. Yves Delage.

J'ai montré depuis longtemps qu'il existe chez certains Diplosomes (*Diplosoma Listeri* Lister et *D. spongiforme* Giard), outre les trois régions prolifératrices aux dépens desquelles se développent les nouveaux ascidiozoïdes, un cordon génital dont la multiplication continue chez les divers individus issus les uns des autres par la voie blastogénétique rappelle celle de certains Tuniciers pélagiques (¹). Mais, depuis que j'ai établi les rapports et l'évolution générale des différentes catégories d'ascidiozoïdes d'un même cormus (²), j'ai été naturellement conduit à étudier le sort des glandes génitales au moment de la displanchtomie des ascidiozoïdes bithoraciques et biventriques et au cours des phénomènes de régression partielle qui se passent chez les ascidiozoïdes bithoraciques.

1° *Ascidiozoïdes bithoraciques.* — Les ascidiozoïdes simples ou *monothoraciques* possèdent au voisinage de l'anse intestinale deux énormes follicules spermatiques avec un spermiducte qui remonte le long du rectum pour s'ouvrir au voisinage immédiat de l'orifice rectal; de plus, un cordon ovarien porte quelques ovules volumineux à son extrémité inférieure renflée et se continue le long du déférent, tangentiellement à l'épiderme de l'ascidiozoïde (³).

(¹) A. Pizon, *Évolution des éléments sexuels chez les Ascidies composées* (*Comptes rendus*, 1er octobre 1894).

(²) A. Pizon, *Évolution des Diplosomes* (*Arch. de Zool. expér.*, t. IV, 1905).

(³) Lahille, *Recherches sur les Tuniciers des côtes de France,* p. 120, Toulouse, 1890.

Lorsque celui-ci devient *bithoracique* par l'adjonction d'un nouveau thorax (branchie et rectum), son spermiducte subit une modification correspondante; au point où le nouveau rectum s'embranche sur l'ancien, un nouveau déférent *d'* se greffe sur l'ancien *d* et le contenu des deux follicules spermatiques s'écoule alors simultanément par ces deux branches *d* et *d'*, qui suivent chacune l'un des rectums. Puis quand, au bout de 15 à 18 heures, le plus ancien des deux thorax entre en dégénérescence, la plus ancienne branche *d* du déférent régresse elle-même en même temps que le rectum qu'elle accompagne, et l'ascidiozoïde monothoracique qui reste se trouve avoir les mêmes organes génitaux que le monothoracique qui l'a précédé, avec cette différence que la partie terminale *d'* du déférent, c'est-à-dire celle qui est adjacente au rectum, est de nouvelle formation tout comme ce dernier.

2° *Ascidiozoïdes bithoraciques et biventriques.* — Lorsque les ascidiozoïdes monothoraciques bourgeonnent à la fois un autre thorax et un autre abdomen qui les transforment tout d'abord en ascidiozoïdes bithoraciques et biventriques, les glandes génitales acquièrent une bien plus grande complication que dans les cas précédents. D'abord le cordon ovarien de l'ascidiozoïde monothoracique pousse de bonne heure, au voisinage de l'ébauche de la nouvelle anse intestinale, un prolongement qui devient un autre cordon ovarien en tout semblable au premier; celle de ses extrémités qui avoisine l'estomac se renfle et différencie des ovules, tandis que l'autre, effilée, se continue parallèlement au nouveau rectum. En même temps, à côté de ces nouveaux ovules, se différencient deux autres follicules spermatiques avec un autre déférent qui s'étend également tout le long du nouveau rectum. Chez les ascidiozoïdes bithoraciques et biventriques *les organes génitaux se trouvent donc être en double* tout comme les autres viscères.

36 à 48 heures plus tard, lorsque survient la displanchtomie [1], c'est-à-dire la séparation de l'ascidiozoïde bithoracique et biventrique en deux autres monothoraciques avec échange des masses viscérales, les organes génitaux doubles rompent également leur communication et se séparent en deux moitiés; la plus ancienne reste associée avec la plus vieille des deux anses intestinales et avec le nouveau thorax; la plus récente reste avec le plus ancien thorax et avec la nouvelle anse intestinale au voisinage de laquelle elle s'est développée.

Les deux ascidiozoïdes monothoraciques résultant de cette displanchtomie totale emportent ainsi chacun leur cordon ovarien et leurs follicules mâles en s'éloignant l'un de l'autre.

Leur évolution ultérieure sera la même que celle des ascidiozoïdes que nous avons pris plus haut comme point de départ : ils se transformeront en *ascidiozoïdes bithoraciques* et leur déférent prendra alors une nouvelle branche qui s'étendra parallèlement au nouveau vecteur, ou bien ils deviendront *bithoraciques et biventriques* avec des organes génitaux doubles, qui se sépareront encore en deux moitiés au moment de la displanchtomie.

---

(1) A. Pizon, *L'évolution des colonies de* Diplosoma spongiforme *Giard et la displanchtomie des ascidiozoïdes* (*Comptes rendus,* 19 février 1906).

PHYSIOLOGIE. — *Étude des toxicités des strophantines selon les voies d'administration.* Note (¹) de M. **J. Pédebidou**, présentée par M. Dastre.

En novembre 1887, M. Catillon (²) a isolé du *Strophantus* Kombé un principe cristallisé en aiguilles, groupées en houppes comme les aigrettes des semences, qu'il démontra être un glucoside non azoté, la strophantine. Chez le lapin, en injections hypodermiques, il trouva la dose toxique égale à un demi-milligramme par kilogramme.

En décembre de la même année, M. Catillon (³) retirait des semences d'une autre variété de *Strophantus*, le *S.* glabre ou *gratus*, un autre glucoside non azoté, cristallisé en belles lamelles quadrangulaires, transparentes, mesurant plusieurs millimètres, différant du premier par diverses autres propriétés physiques et chimiques, mais toxique pour le lapin à la même dose d'un demi-milligramme par kilogramme par la voie hypodermique.

Les propriétés physiologiques de ces deux substances ont été reconnues analogues.

En juillet 1888, M. Arnaud (⁴) montra que la strophantine du *S.* Kombé, $C^{31}H^{48}O^{12}$, est l'homologue immédiatement supérieur de l'ouabaïne, $C^{30}H^{46}O^{12}$, qu'il avait retirée 3 mois auparavant de l'ouabaïo, autre poison des flèches, et, 6 mois plus tard, en décembre, le même savant démontrait que cette dernière est identique avec la strophantine du *Strophantus glaber* ou *gratus,* de sorte que celle-ci doit être dénommée *strophantine-ouabaïne* (Catillon, *Société de Thérapeutique*).

Antérieurement, MM. Fraser et Gerrard avaient préparé et étudié en Angleterre une strophantine amorphe.

M. Catillon a montré (⁵) que le *Strophantus hispidus* ne fournit pas de strophantine cristallisée et que la strophantine amorphe, qu'il contient en proportion bien inférieure à celle du Kombé, est deux fois et demie moins toxique que la cristallisée : 1^{mg} d'amorphe équivaut à $\frac{4}{10}$ de milligramme de cristallisée. Ce rapport est indispensable à connaître pour l'interprétation des formules allemandes, basées sur la strophantine amorphe, avec la dénomination de *strophantine* tout court.

Depuis 2 ans, quelques médecins allemands préconisent les injections intraveineuses de strophantine, et récemment cette méthode a été inaugurée en France.

Les résultats ont été, ici comme là-bas, tantôt brillants, tantôt désastreux.

(¹) Présentée dans la séance du 19 juillet 1909.

(²) *Bulletin de la Société de Thérapeutique.*

(³) *Bulletin de la Société de Thérapeutique.*

(⁴) *Comptes rendus,* 1888.

(⁵) *Bulletin de la Société de Thérapeutique* et *Congrès de Thérapeutique,* 1889.

On a employé soit la strophantine amorphe, soit la strophantine-ouabaïne du *S. glaber* ou *gratus,* sous le nom de *strophantine cristallisée,* et toutes deux aux mêmes doses, ce qui pourrait expliquer une partie des accidents sans les expliquer tous.

C'est cette explication que nous avons cherchée dans l'étude des toxicités de ces médicaments par les diverses voies d'introduction. Nous avons dû, dans nos appréciations, tenir compte des deux facteurs qui agissent en sens contraire : la dose et la durée de l'intoxication. Dans la mesure du possible, il faut comparer à temps égaux :

1° *Strophantine amorphe.* — Sa toxicité varie selon la provenance. A la dose de 1^{mg} par kilogramme de lapin, en injection hypodermique :

	h m
Avec un produit d'origine allemande, la mort est survenue en...............	4.30
Avec un autre produit allemand, la mort est survenue en..................	1.15
Avec un produit préparé ici pour ces expériences, la mort est survenue en...	1
Avec un autre produit préparé ici pour ces expériences, la mort est survenue en	0.35

Dans ce dernier cas, l'injection a été faite dans le muscle.

2° *Strophantine cristallisée du Kombé.* — Par la voie buccale :

	Dose par kilogramme.
	g
Chez de jeunes lapins de 600^g à 700^g, il y a survie jusqu'à..............	0,006
» » la mort est survenue en 27 minutes à	0,007
» » » en 15 minutes à	0,009
Par la voie intramusculaire, il y a survie jusqu'à.....................	0,0004
» la mort survient en 30 minutes à...........	0,0005

3° *Strophantine cristallisée du glabre ou strophantine-ouabaïne.* — Par la voie buccale, un lapin vigoureux pesant 3^{kg} a résisté à 0^g,033, soit 0^g,011 par kilogramme, et cela après avoir reçu, en 12 jours, un total de 11^{cg} par doses croissantes de 1^{cg}, 2^{cg}, 3^{cg} tous les 2 jours.

Cela prouve bien qu'il n'y a pas accumulation.

Il n'y a pas non plus accoutumance, car un autre lapin, vigoureux et tout neuf, a résisté à la dose supérieure de 12^{mg} par kilogramme de son poids, administrée d'emblée.

Également par la voie buccale :

	Dose par kilogramme.
	g
Un jeune lapin est mort en 3 heures..................................	0,0086
Un autre en 16 heures...	0,007
Il y a survie..	0,005

Par la voie intramusculaire :

	Dose par kilogramme.
Un lapin vigoureux, adulte, est mort en 1 heure 50 minutes	g 0,00027
Un autre en 1 heure	0,00036
Un jeune lapin est mort en 30 minutes	0,00045

Par la voie intraveineuse, chez des lapins adultes, vigoureux :

	Dose par kilogramme.
La mort est survenue en 1 heure	0g,0002
Et une fois en 8 minutes	0g,0001

Ce dernier avait le cœur gras et sa mort subite en explique d'autres.

Par la voie buccale, le pigeon meurt en 3 heures	g 0,0138
Par la voie intramusculaire il meurt en 3 heures	0,00042
Par la voie intramusculaire, il meurt en 15 heures	0,00033

Cette strophantine est donc chez le lapin 20 à 30 fois plus toxique par la voie musculaire que par l'estomac, et de 43 à 86 fois plus par la voie intraveineuse. S'il en est de même chez l'homme, il en résulte que 1^{mg} par la voie intraveineuse équivaut à plus de 400 granules administrés d'un coup par la voie buccale.

Les pigeons résistent mieux et plus longtemps, 3 heures au minimum, particulièrement par la voie buccale. La toxicité est pour eux de 32 à 42 fois plus forte par la voie intramusculaire que par l'estomac.

Au cours de ces expériences, la tolérance, par la voie stomacale et par la voie intramusculaire, s'est toujours montrée parfaite, même aux doses ultra-thérapeutiques. Ces doses élevées ont pu être répétées tous les deux jours et tous les jours, pendant 40 jours, sans effets d'accumulation, et tant qu'on n'atteignait pas la dose correspondant à 2^{mg} chez l'homme, en injection intramusculaire, les animaux engraissaient.

La méthode intraveineuse a provoqué la mort subite à dose infime chez le lapin, comme chez l'homme; elle ne doit être, contrairement à l'opinion de quelques médecins allemands, qu'un moyen thérapeutique de rare exception. Elle peut être avantageusement remplacée par l'injection intramusculaire et surtout par la voie stomacale sous forme de granules d'extrait titré

de *Strophantus* qu'on peut, en cas urgent, en cas de diurèse rebelle, prescrire, comme le faisait Potain, à la dose massive de 12 à 18 (douze à dixhuit) en un jour [1].

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'influence paralysante exercée par certains acides sur la fermentation alcoolique.* Note de M. **M. Rosenblatt** et Mlle **M. Rozenband**, présentée par M. Roux.

Des nombreux auteurs [2] ont étudié l'action exercée par certains acides sur la fermentation alcoolique. Ils ont trouvé, en général, que ces acides paralysent et même arrêtent complètement la décomposition du sucre par la levure.

Nous avons observé que cette action des acides n'est ni absolument générale, ni rigoureusement progressive. Quand on opère avec des doses croissantes d'un même acide actif, on observe que, jusqu'à une certaine concentration, il n'y a aucun arrêt de la fermentation; c'est seulement à partir de cette dose que l'action paralysante de l'acide se fait sentir et qu'elle augmente jusqu'à la concentration à laquelle il n'y a plus du tout de fermentation alcoolique.

Nous avons repris l'étude de la question avec la levure de bière haute, afin d'établir : 1° la concentration limite des acides, qui reste sans effet sur la fermentation, et 2° la concentration des mêmes acides qui paralyse complètement l'action fermentative de la levure.

Au cours de cette étude, nous avons examiné avec soin l'action comparée d'un assez grand nombre d'acides minéraux et organiques. Nos expériences

---

(1) Depuis que ces expériences sont terminées, diverses publications ont eu lieu sur le même sujet. A la Société médicale des hôpitaux de Paris, 4 juin 1909, MM. Barié et Hirtz, traitant cette question des injections de strophantine, aboutissent à la même conclusion que nous : « Dans tous les cas, il est préférable d'avoir recours à l'extrait de *Strophantus* principalement sous forme de granules dosées à 1^mg, dont la composition est fixe et qui répondent d'une façon parfaite à toutes les indications. »

D'autre part, M. Maurel a présenté à la Société de Biologie une étude des toxicités de la digitaline selon les voies d'administration. En comparant ses résultats aux nôtres, nous voyons que la strophantine est plus toxique chez le lapin que la digitaline, tandis que chez le pigeon elle est sensiblement moins toxique que la digitaline par l'estomac et très peu plus par la voie intramusculaire.

(2) Pour les indications bibliographiques et les détails, voir le Mémoire des *Annales de l'Inst. Past.*, 1909.

ont démontré que plusieurs acides, parmi lesquels l'acide borique, sont sans action appréciable sur la fermentation alcoolique; pour les autres, la concentration qui arrête complètement l'action de la levure est, en général, très élevée, beaucoup plus, en tout cas, qu'on pourrait le supposer d'après les expériences antérieurement publiées.

Afin d'éviter les causes d'erreur que l'on pourrait reprocher à certaines recherches auxquelles il est fait allusion plus haut, nos expériences ont été effectuées d'après le mode opératoire suivant : une série des tubes à essai contenant chacun 125^{mg} de saccharose dissous dans 10^{cm^3} d'une solution acide de différentes concentrations moléculaires et additionnés de 100^{mg} de levure de bière haute (levure pressée du commerce, apportée journellement) ont été placés dans un bain réglé à la température de 28°,5 pendant 40 heures. Chaque série d'expériences a été accompagnée de tubes témoins contenant la même quantité de saccharose dissous dans 10^{cm^3} d'eau pure. Après le délai de 40 heures, nous avons mesuré l'action paralysante des acides par la quantité de saccharose disparue. Pour cela, le sucre était interverti, puis dosé par la méthode très précise indiquée par Gabriel Bertrand (¹).

Les résultats que nous avons obtenus sont résumés dans le Tableau cidessous :

Noms des acides.	Poids moléculaires.	Concentrations limites en molécules-grammes paralysant complètement la fermentation.		Concentrations sans effet sur la fermentation.
		Acides monobasiques.		
Acide dichloracétique......	129	M/100	ou 0^g,129 par litre	M/2000
» benzoïque..........	122	M/60	ou 2,033 »	M/1000
» salicylique..........	138	M/60	ou 2,300 »	M/2000
» monochloracétique...	94,5	M/50	ou 1,890 »	M/5000
» trichloracétique.....	163,5	M/25	ou 6,540 »	M/4000
» azotique............	63	M/9	ou 7,000 »	M/3000
» isovalérique.........	102	M/5	ou 20,400 »	M/200
» chlorhydrique.......	36,5	M/5	ou 7,300 »	M/3000
» formique...........	46	M/4	ou 11,500 »	M/1000
» benzènesulfonique...	185	M/3	ou 61,667 »	M/3000
» acétique............	60	M/2	ou 30,000 »	M/100
» sulfovinique.........	126	2M	ou 252 »	M/4000
» lactique............	90	2M	ou 180 »	M/200
» isobutyrique........	88	3M	ou 264 »	M/100
» propionique.........	74	4M	ou 296 »	M/200
» butyrique normal....	88	5M	ou 440 »	M/200

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 1285.

Noms des acides.	Poids moléculaires.	Concentrations limites en molécules-grammes paralysant complètement la fermentation.	Concentrations sans effet sur la fermentation.
Acide paraoxybenzoïque...	138	Fermentation encore appréciable avec la solution saturée M/20	M/60
Acides bibasiques.			
Acide sulfurique.........	98	M/10 ou 9^g,8 par litre	M/8000
» oxalique (¹)........	90	M/10 ou 9,0 »	M/1000
» malonique.........	104	5,6M ou 582,4 »	M/200
» tartrique...........	150	Fermentation encore appréciable avec la solution saturée 5M.	M/200
» succinique.........	118	Id., avec la sol. saturée M/2,5	M/8
Acides tribasiques.			
Acide arsénique...........	142,5	2M ou 285 par litre	M/500
» phosphorique.......	98	3M ou 294 »	M/2000
» citrique (¹)........	192	3M ou 576 »	M/200
» méthylarsénique.....	140	3M ou 420 »	M/1000
» borique............	62	Fermentation appréciable avec la solution saturée M/2	M/4
» arsénieux..........	198	Id., avec la sol. saturée M/10	M/2000

Nous avons essayé aussi l'action de quelques sels acides ; ces sels agissent relativement peu sur la fermentation, même en solutions saturées.

Nous avons vérifié que la disparition du saccharose dans le milieu contenant des quantités très fortes d'acides était bien due à la fermentation alcoolique, en recueillant et en dosant l'alcool.

Il est très curieux de constater que la fermentation de sucre par la levure de bière ne soit pas complètement annihilée dans un milieu contenant des doses aussi fortes d'acide, que, par exemple, près de 10^g par litre dans le cas de l'acide sulfurique, 352^g dans celui de l'acide butyrique normal ou 222^g pour l'acide propionique, surtout si l'on se rappelle qu'il suffit souvent de quantités très faibles de ces réactifs pour paralyser complètement l'action des diastases. M. Gabriel Bertrand (²), par exemple, a démontré

(¹) Calculé sans eau de cristallisation.

(²) Gabriel Bertrand, *Sur l'influence paralysante exercée par certains acides sur la laccase* (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 340; *Bull. Soc. chim. de Fr.*, 4e série, t. I, 1907, p. 1120).

que l'acide sulfurique arrête complètement l'action oxydasique de la laccase à la dilution d'une demi-molécule-gramme d'acide dans 60000[l] d'eau (la laccase prise à $\frac{1}{200000}$) et que pour la plupart des autres acides les doses paralysantes sont aussi très minimes. D'autre part, des faits analogues ont été signalés par M. Gabriel Bertrand et M[lle] M. Rozenband (¹).

Dans le cas que nous avons étudié, il est probable que la membrane cellulaire de la levure est peu perméable aux acides et protège suffisamment les diastases contre leur action, de telle sorte que la fermentation des saccharoses, qui est un phénomène endocellulaire, reste encore possible dans des milieux acides de concentration moléculaire très élevée.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultra-violets sur la fermentation acétique du vin.* Note de MM. **Victor Henri** et **Joseph Schnitzler**, présentée par M. Dastre.

Nous nous sommes proposé d'analyser l'action des rayons ultra-violets sur la fermentation acétique du vin et de dégager quels sont les facteurs qui interviennent dans cette action; ce travail fait partie d'une série de recherches poursuivies au laboratoire sur les actions les plus diverses de ces rayons.

Technique. — La source employée est une lampe à mercure en quartz de la Quartzlampengesellschaft à Hanau. Les liquides soumis à l'action des rayons sont placés au-dessous de la lampe dans une cuvette plate de 15[cm] de diamètre; la distance de la cuvette à la lampe était en moyenne égale à 15[cm].

Pour éviter l'action de la chaleur, la cuvette était placée dans un cristallisoir rempli de glace pilée. Le tout était disposé sur le plateau d'un petit moteur électrique à axe vertical, de sorte que l'on faisait tourner la cuvette au-dessous de la lampe, l'axe de rotation passant par le centre de la cuvette; le nombre de tours était en moyenne de 30 par minute. Une tige de verre recourbée plongeait dans le liquide. On obtient ainsi une agitation régulière sans remous.

Nous avons exposé des volumes de liquides variant de 50[cm³] à 200[cm³]; l'épaisseur correspondante était de 1[cm] à 4[cm].

La durée d'exposition a varié dans ces expériences de 5 à 30 minutes.

La fermentation acétique a été étudiée dans un vin rouge d'Algérie aigri, dans un

(¹) Gabriel Bertrand et M[lle] M. Rozenband, *Sur l'action paralysante exercée par certains acides sur la peroxydiastase* (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 297; *Bull. Soc. chim. de Fr.*, 4[e] série, t. V-VI, 1909, p. 296).

vin blanc d'Algérie, et dans des mélanges de 100 parties de vin, 200 d'eau et 4 d'acide acétique cristallisable. On dosait le titre initial en acide acétique, on exposait le vin aux rayons, on plaçait à l'étuve à 25° un témoin et les portions exposées, et on dosait l'acide acétique formé après 3 à 9 jours.

Résultats. — 1° Une exposition de 30 minutes dans les conditions décrites arrête complètement la fermentation acétique;

2° Une exposition de durée moindre produit un ralentissement de la fermentation;

3° L'aspect du vin après exposition de 30 minutes est le même que celui que l'on obtient par l'addition de quelques gouttes d'eau oxygénée; au bout de quelques jours, il se forme un léger précipité foncé, le vin est un peu décoloré et la teinte un peu changée.

Analyse des résultats. — 1° Sous l'influence des rayons ultra-violets, il se forme au voisinage de la lampe de l'ozone; on doit donc se demander si ce n'est pas à l'action d'ozone que serait due l'action observée dans nos expériences.

Nous avons fait barboter dans du vin 8^l d'air puisé par un entonnoir au voisinage immédiat de la lampe, qui avait été allumée 30 minutes avant; ce barbotage dure 3 heures. Une expérience témoin est faite dans les mêmes conditions avec la lampe non allumée. La fermentation a marché presque avec la même vitesse dans les deux cas; ce n'est donc pas l'air ozonisé qui arrête la fermentation.

2° Pour éliminer l'action de l'oxygène, nous avons exposé du vin dans des tubes en quartz qu'on remplissait complètement, ou dans lesquels on enlevait l'air en faisant le vide. Les témoins étaient des tubes en quartz remplis à moitié de vin avec de l'air au-dessus. L'expérience montre que le vin exposé dans un tube en quartz sans oxygène continue à fermenter presque aussi vite que le témoin; par contre, le vin exposé de la même façon dans un tube en quartz avec de l'air ne fermente plus.

3° Nous nous sommes ensuite demandé quels sont les rayons ultra-violets qui sont actifs dans le cas de la fermentation acétique.

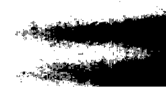
Nous avons fait des photographies du spectre ultra-violet de la lampe à mercure avec le spectrographe en quartz de M. Urbain.

Les raies principales de la lampe en quartz sont les suivantes : 5790, 5769, 5461, 4959, 4916, 4358, 4046, 3988, 3908, 3663, 3654, 3650, 3341, 3131, 3125, 3021, 2967, 2925, 2893, 2847, 2820, 2805, 2759, 2752, 2699, 2675, 2655, 2653, 2652, 2576, 2536, 2534, 2482, 2464, 2446, 2399, 2378, 2345, 2301, 2262, 2224.

Le vin rouge laisse passer les rayons jusqu'à 3650; toutes les autres radiations sont arrêtées. Le vin blanc laisse encore passer, quoique très affaiblies, les raies 3341, 3131, 3125 et 3021; la partie du spectre ultra-violet au-dessous de 3021 est complètement arrêtée.

Cette limite 3021 est précisément celle que présente le verre ordinaire. On peut donc, en interposant du verre, faire agir seulement les rayons au-dessus de 3021.

Des expériences faites en exposant du vin dans des tubes en verre montrent qu'il se produit un ralentissement extrêmement faible de la fermentation.



Par conséquent, ce sont surtout les rayons ultra-violets extrêmes, ayant moins de 3021 comme longueur d'onde, qui agissent sur la fermentation acétique.

RÉSUMÉ. — *Les rayons ultra-violets arrêtent la fermentation acétique du vin; la présence de l'air est nécessaire pour l'action des rayons ultra-violets; ce sont les rayons extrêmes au-dessous de* 3021 *qui agissent.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Dédoublement diastasique des α et β-méthyl-d-glucosides.* Note (¹) de M. H. BIERRY, présentée par M. Dastre.

Fischer a attribué à l'invertine d'abord, puis à la maltase, le dédoublement de l'α-méthyl-*d*-glucoside. Il a vu, en effet, que ce glucoside, qui n'est pas attaqué par l'invertine extraite de la levure fraîche ou séparée par l'alcool de la levure desséchée, l'est, au contraire, par la macération de cette levure lorsqu'elle contient de la maltase, c'est-à-dire lorsqu'elle hydrolyse le maltose. Mais est-ce à la maltase même qu'il faut attribuer cette action ou à une autre diastase accompagnant celle-ci et se comportant comme elle dans ces diverses manipulations?

Pour trancher la question, il faut trouver et il suffit de trouver une ou plusieurs solutions de diastases capables d'hydrater le maltose sans toucher à l'α-méthyl-*d*-glucoside.

E. Fischer et W. Niebel en ont donné un premier exemple en montrant que le sang de cheval (²) et le sang de bœuf, ainsi que l'extrait aqueux de pancréas de ces animaux, inactifs vis-à-vis de l'α-méthyl-*d*-glucoside, peuvent cependant hydrolyser le maltose; puis, A. Kalanthar (³) trouva certaines levures de vin qui dédoublent le maltose et non l'α-méthyl-*d*-glucoside. Fischer et Niebel ne sont pas parvenus à mettre en évidence, dans les macérations de muqueuse intestinale des différents animaux qu'ils ont examinés, une diastase capable de scinder l'α-méthyl-*d*-glucoside en *d*-glucose et alcool méthylique.

α-méthyl-d-glucoside. — J'ai repris ces expériences en me servant de macérations intestinales de chien, de suc pancréatique de chien et de cheval obtenu par fistule temporaire du canal de Wirsung et injection de sécrétine.

L'α-méthyl-*d*-glucoside a été préparé par le procédé de Fischer (⁴). J'ai obtenu,

---

(¹) Présentée dans la séance du 19 juillet 1909.

(²) E. FISCHER und W. NIEBEL, *Sitzungsberichte d. Preussischen Akademie d. Wissens. zu Berlin*, t. V, 1896, p. 73. Toutefois, d'après Pottevin (*Annales Institut Pasteur*, t. XVII, p. 44), cette remarque ne s'appliquerait pas à la maltase du sérum de cheval qui dédouble à la fois le maltose et l'α-méthyl-*d*-glucoside.

(³) *Zeits. phys. Chem.*, t. XXVI, p. 88.

(⁴) *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 115.

après purification, un corps cristallisé non réducteur (point de fusion, 165° $[\alpha]_D = + 158°$).

Les macérations aqueuses d'intestin grêle de chien, additionnées d'antiseptiques divers (NaF, chloroforme, toluol et thymol), dédoublent l'α-méthyl-*d*-glucoside. Ces mêmes macérations, filtrées sur bougie Berkefeld, conservent un pouvoir diastasique vis-à-vis de ce dérivé; au bout de 4 ou 5 jours de contact à l'étuve à 38°, on peut constater 50 et même 60 pour 100 du glucoside hydrolysé. Je me débarrassais des albuminoïdes par addition de nitrate mercurique, neutralisation par la soude, filtration et élimination par H^2S des dernières traces de Hg [1]. Le glucose a été dosé par la méthode de G. Bertrand et caractérisé par son osazone (point de fusion, 230°-232° au bloc Maquenne).

Le suc pancréatique de chien recueilli aseptiquement n'attaque pas le glucoside α. J'ai fait agir comparativement, sur des solutions à 1 pour 100 de maltose et d'α-méthyl-glucoside, du suc pancréatique (dans les meilleures conditions de milieu pour la maltase) [2], à la dose de 2, 4, 10 et même 12^{cm^3}; je n'ai jamais pu constater l'hydrolyse du glucoside α, alors que, dans certains cas, le dédoublement du maltose atteignait 80 pour 100.

Le suc pancréatique de cheval s'est comporté comme le suc pancréatique de chien.

Ainsi, dans l'intestin du chien, il existe un ferment soluble qui dédouble l'α-méthyl-*d*-glucoside, ferment qui n'avait pas encore été signalé chez les animaux. Pour les raisons énumérées, il semble que cette diastase doit être différenciée de la maltase; je propose de lui donner le nom d'*α-glucosidase,* pour ne rien préjuger de son action possible et probable sur l'α-éthyl-*d*-glucoside, sur l'α-glycérine-*d*-glucoside, et même sur l'α-benzyl-*d*-glucoside.

β-méthyl-d-glucoside. — Le β-méthyl-*d*-glucoside a été préparé par le procédé d'Alberda van Ekenstein [3]. Il fondait à 104° et présentait un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -31°$.

Fischer et Niebel n'ayant observé le dédoublement du β-méthyl-*d*-glucoside qu'avec l'intestin de cheval seulement, j'ai voulu voir si le suc pancréatique de cheval ou de chien et les macérations intestinales de chien hydrolysaient aussi ce dérivé.

Les sucs pancréatiques de cheval ou de chien, acidifiés ou non, restent sans action sur le β-méthyl-*d*-glucoside. Les macérations aqueuses de muqueuse intestinale de chien, employées comparativement sur l'α et le β-méthyl-*d*-glucoside, se sont montrées très peu actives sur le dérivé β, même après un séjour de 5 et même 6 jours à l'étuve. Ces mêmes macérations hydrolysaient fortement l'amygdaline [4].

Le suc gastro-intestinal d'*Hélix pomatia* dédouble les α et β-méthyl-*d*-glucosides;

---

(1) C. Tanret, *Bull. de Thérapeutique,* 1878. — Bierry et Portier, *Comptes rendus Soc. Biologie,* 15 novembre 1902, et, pour la Bibliographie, *Comptes rendus Soc. Biologie,* 3 avril 1909.

(2) Bierry et Terroine, *Comptes rendus,* 1905 et 24 février 1908.

(3) A. van Ekenstein, *Recueil Travaux chimiques Pays-Bas,* t. XIII, p. 183.

(4) A. Frouin et P. Thomas, *Archives internationales de Physiologie,* t. VII, 1909, p. 302.

il attaque toutefois beaucoup plus facilement le dérivé β que le dérivé α. En faisant agir parallèlement de petites quantités de ce suc digestif ($0^{cm^3},3$ ou $0^{cm^3},5$) sur des solutions à 1 pour 100 des glucosides α ou β, on peut constater au bout de quelques heures l'hydrolyse du dérivé β, alors qu'au bout de 48 heures le dérivé α est à peine touché. Ce même suc dédouble très facilement, à ces doses, le maltose et l'amygdaline.

E. Fischer a trouvé que parmi les glucosides synthétiques de nombreux sucres : sorbose, xylose, arabinose, rhamnose, glucoheptose, *l*-glucose, *d*-galactose, *d*-glucose, il n'y a que les dérivés éthyl et méthyl du *d*-glucose qui soient attaqués par les ferments de la levure. L'émulsine d'amandes dédouble les stéréo-isomères β de l'éthyl et méthyl-*d*-glucose; elle attaque cependant aussi le lactose et les dérivés éthyl et méthyl du *d*-galactose, mais cette action sur le lactose, d'après Bourquelot et Hérissey, et sur les galactosides, d'après Pottevin et Armstrong, doit être rapportée à la lactase, qui accompagne l'émulsine dans les amandes. Le glucose-méthylacétal, correspondant au méthylglucoside, n'est pas dédoublé par l'émulsine.

En rapprochant ces faits de ceux déjà signalés à propos du saccharose et des polyoses, du lactose et de ses dérivés (1), on voit que le champ d'action des diastases est très limité. Il semble que chaque diastase n'attaque que les dérivés d'un même sucre; bien plus, l'un ou l'autre seulement des dérivés α ou β, comme l'a montré Fischer; enfin, parmi ces derniers, elle peut encore faire un choix suivant leur fonction ou leur structure chimique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la charge électrique des substances textiles plongées dans l'eau ou dans les solutions électrolytiques.* Note de M. **J. Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

Les expériences dont on trouvera le résumé dans la présente Note ont eu pour objet la détermination, en signe et en grandeur, de la charge électrique que les textiles prennent au contact de l'eau ou, en général, des solutions électrolytiques dans lesquelles ils se trouvent plongés. Les recherches auxquelles la charge des matières tinctoriales a donné lieu sont nombreuses et elles ont apporté des résultats dont les auteurs récents ont tiré grand parti pour l'étude des phénomènes qui commandent la fixation des colorants sur les fibres. Les données que je me suis proposé de recueillir représentent, à leur tour, un élément qu'il paraît indispensable de posséder pour établir une théorie de la teinture. Elles faisaient presque entièrement défaut jusqu'ici.

---

(1) Bierry, *Comptes rendus*, 5 avril 1909.

J'ai eu recours, pour déterminer la charge électrique des textiles, à l'appareil que M. Jean Perrin a imaginé et dont il s'est servi dans ses recherches sur l'électrisation de contact ([1]). Cet appareil se compose essentiellement, comme on sait, d'un tube en U, rempli de liquide, et qui contient dans l'une de ses branches, sous forme de diaphragme poreux, la substance qu'il s'agit d'étudier. Il suffit, dans ces conditions, de soumettre à un champ électrique le diaphragme ainsi constitué pour provoquer, en général, le débit d'une certaine quantité de liquide au travers de celui-ci. La mesure de ce débit renseigne immédiatement sur le signe et, approximativement, sur la grandeur de la charge dont la substance est affectée en présence du liquide qui la baigne.

Les diaphragmes obtenus au moyen des textiles que j'ai examinés présentaient un diamètre de 12^{mm} sur une longueur de 9^{cm}. Ils étaient tassés de manière à offrir une étanchéité sensiblement égale dans tous les cas. Le champ mesurait environ 12 volts par centimètre. Les expériences ont été exécutées à une température voisine de 20°. Les débits sont exprimés en millimètres cubes filtrés par minute.

I. Les textiles usuels (coton, laine et soie) prennent dans l'eau distillée une charge négative.

Textile.	Signe du textile.	Débit.
Coton hydrophile	—	30
Coton Jumel extra (Égypte)	—	34
Coton commun des Indes (Bombay)	—	38
Coton Amérique supérieur (Louisiane)	—	38
Laine croisée commune (Buenos-Ayres)	—	58
Laine croisée fine (Buenos-Ayres)	—	77
Laine mérinos de La Plata (Buenos-Ayres)	—	78
Laine Australie mérinos fin (Sydney)	—	94
Soie; schappe non décreusée	—	31
Soie; schappe décreusée soumise à un lavage prolongé...	—	53

Tous les échantillons indiqués ci-dessus ont été soumis à des lavages répétés et, à l'exception du dernier, dans des conditions identiques.

II. Si l'on plonge les textiles dans une liqueur alcaline, la charge augmente sans changer de signe. En présence de liqueurs acides, la charge diminue ; elle peut même changer de signe. Dans les limites de concentration que j'ai été obligé d'adopter pour obtenir des résultats significatifs ([2]), je n'ai pu déterminer le renversement du signe que dans le cas de la soie.

([1]) *Comptes rendus*, 1903, et *Journal de Chimie physique*, 1904 et 1905.

([2]) Si la concentration de la liqueur en électrolytes est forte, le dégagement des gaz fait obstacle à la détermination exacte des débits.

Voici quelques exemples :

Textile.			Signe du textile.	Débit.
a. Coton hydrophile,	plongé dans	$NaOH\ \frac{1}{2000}\ N$........	—	40
»	»	eau distillée....	—	30
»	»	$HCl\ \frac{1}{1000}\ N$.........	—	10
»	»	$HCl\ \frac{1}{500}\ N$..........	—	?
b. Laine en fils épais,	plongée dans	$NaOH\ \frac{1}{2000}\ N$......	—	89
»	»	eau distillée........	—	60
»	»	$HCl\ \frac{1}{1000}\ N$........	—	35
»	»	$HCl\ \frac{1}{500}\ N$.........	—	?
c. Schappe décreusée,	plongée dans	$NaOH\ \frac{1}{2000}\ N$......	—	101
»	»	eau distillée.......	—	64
»	»	$HCl\ \frac{1}{1000}\ N$........	+	12
»	»	$HCl\ \frac{1}{500}\ N$.........	+	?

III. La présence d'ions polyvalents modifie, d'autre part, la charge électrique des textiles. En particulier, lorsque les textiles sont plongés dans une liqueur alcaline ou dans l'eau, la charge, négative dans ces conditions, diminue sous l'action des ions positifs (Ba, Ca, Zn), et augmente sous celle des ions de signe opposé (sulfate, ferrocyanure).

On voit, il est à peine nécessaire de le faire remarquer, que les textiles obéissent, en général, aux règles que M. Jean Perrin a établies dans ses recherches sur l'électrisation de contact.

IV. Le mordançage du coton, au moyen du tannin, et celui de la laine, à l'aide du bichromate de potasse, n'entraînent aucune modification sensible de la charge que ces textiles prennent respectivement dans l'eau.

V. Les opérations de teinture provoquent, dans certains cas, une modification de la charge.

Mes expériences ont porté, en particulier, sur le rose de Magdala, en solution soigneusement dialysée, et sur le bleu de méthylène. Le rose de Magdala fournit une solution nettement colloïdale, de signe positif. Le caractère colloïdal des solutions de bleu de méthylène est, au contraire, fort peu marqué. Les opérations de teinture ont été exécutées à froid, sans addition d'électrolytes. Voici quelques exemples :

Textile.	Signe du textile.	Débit.
a. Schappe décreusée, plongée dans l'eau..............	—	53
Schappe, teinte au rose, »	—	44
b. Laine, »	—	77
Laine, teinte au bleu, »	—	18

La charge électrique de la laine, teinte au bleu de méthylène, diminue

fortement. L'interprétation du phénomène est, au reste, délicate. Il se peut qu'il soit dû, pour une part, à la présence des ions libres que les solutions de bleu de méthylène renferment certainement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la variation de quelques diastases pendant la métamorphose chez un Trichoptère :* Limnophilus flavicornis *Fabr.* Note de M. **Xavier Roques**, présentée par M. Dastre.

Depuis les travaux classiques de Plateau, les recherches plus récentes de Biedermann, de Kobert, de Sieber et Metalnikov, de Seillière et d'autres auteurs ont mis en évidence un certain nombre de diastases digestives chez les insectes. Cependant, nos connaissances sur ce sujet sont encore incomplètes et disséminées. Notamment, on ignore comment varie l'activité des diverses diastases pendant la métamorphose. C'est sur ce sujet spécial que nous apportons quelques données. Grâce à l'extrême abondance dans la région parisienne du *Limnophilus flavicornis* (Fabr.), nous l'avons choisi pour objet de nos recherches. Nous avons eu des larves, et, par suite, au moyen d'élevages, des nymphes et des adultes en nombre pratiquement illimité.

Nous avons distingué un certain nombre de stades traduits par des caractères externes faciles à reconnaître et correspondant à des états physiologiques bien déterminés :

1° Les larves ayant atteint leur croissance maxima, mais dont le corps adipeux est encore faiblement coloré;

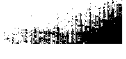
2° Les larves dont le corps gras est coloré en vert, pendant le mois qui précède la nymphose. Jusqu'à ce moment, l'intestin n'a subi aucune métamorphose; celle-ci ne commence qu'à la fin de cette période, pendant le court repos larvaire qui précède la mue nymphale, et elle se poursuit pendant le stade suivant;

3° Les nymphes dans la première moitié (10 jours environ) de leur vie nymphale;

4° Les nymphes déjà pigmentées et plus mobiles, dans la deuxième moitié de leur vie nymphale;

5° Les adultes.

Les intestins moyens de 100 individus, prélevés sous la loupe binoculaire, étaient fendus et rapidement agités dans l'eau distillée, pour être débarrassés de leur contenu. Rassemblés dans un verre de montre et pesés, ils étaient ensuite broyés avec un peu



de sable fin et additionnés d'une solution de fluorure de sodium à 2 pour 100, dans la proportion de 1^{cm^3} pour 60^{mg} d'intestin.

Le tout était mis à macérer 12 heures, à 30°, avec un cristal de thymol, puis, suivant les cas, filtré sur papier ou passé au filtre Berkefeld. On faisait agir le liquide obtenu sur des empois fluorés d'amidon ou des solutions de saccharose à 2 pour 100, à raison de $0^{cm^3},5$ d'extrait pour 1^{cm^3} de solution, ainsi que sur des tubes de Mett de gélatine à 5 pour 100. Un cristal de thymol assurait, en tous les cas, l'antisepsie. Un contrôle était donné par les tubes témoins habituels.

J'ai pu suivre les variations des trois diastases suivantes, mises en évidence dans tous les cas.

1° Une *amylase* corrodant les grains d'amidon cru, saccharifiant l'empois d'amidon; 2° une *invertine* dédoublant le saccharose; 3° une diastase protéolytique dissolvant en quelques heures la fibrine fraîche et la gélatine à 5 pour 100, plus lentement la fibrine sèche.

Le Tableau suivant résume les résultats obtenus avec l'extrait filtré sur papier; ils concordent du reste avec ceux que l'on trouve après le filtrage à la bougie poreuse, comme nous l'exposerons plus tard. Les nombres donnés sont les moyennes obtenues par 23 séries d'expériences concordantes effectuées sur 2300 insectes pris à tous les stades. Ceux des deux premières colonnes représentent, évalués en centimètres cubes de Fehling ferrocyanuré, les sucres réducteurs provenant de la digestion dans les deux cas, au bout de 24 heures, à 38°, et contenus dans 1^{cm^3} du mélange; ceux de la dernière colonne, la longueur en millimètres du cylindre de gélatine digérée dans le tube, pendant le même temps, à 22°.

	Amylase.	Invertine.	Diastase protéolytique.
Stade 1 : Jeunes larves........................	0,5	»	4
Stade 2 : Larves âgées........................	1,1	0,7	8
Stade 3 : Jeunes nymphes........................	0,4	1,5	2
Stade 4 : Nymphes âgées........................	0,6	2,3	4,5
Stade 5 : Adultes........................	1,6	2,3	10

De ce Tableau ressortent les conclusions suivantes :

1° L'activité digestive atteint chez la larve son maximum pendant la période qui précède la nymphose;

2° Elle diminue considérablement, sans disparaître, au début de la nymphose;

3° L'invertine, contrairement aux deux autres diastases qui présentent un minimum, va toujours en croissant.

Les comparaisons précédentes ont un sens, parce qu'elles sont faites, comme l'Histologie nous l'enseigne, sur des tissus presque exclusivement digestifs.

De semblables mesures ne conduisent à des résultats constants et comparables qu'à la condition d'opérer le plus rigoureusement possible de la même manière sur des animaux dans les mêmes conditions physiologiques. C'est chose aisée pour les nymphes; les adultes ont été sacrifiés dans les 8 jours qui suivaient leur éclosion. Quant aux larves, le Tableau suivant donnera un aperçu des variations qu'il importe d'éviter; il se rapporte à des digestions effectuées pendant 3 jours par l'extrait filtré au Berkefeld.

	Amylase.	Invertine.	Diastase protéolytique.
Larves abondamment nourries de potamots sacrifiées en pleine digestion	1	0,5	5
Larves à jeun depuis moins de 8 jours	2,3	0,7	16
Larves à jeun depuis 15 jours	1,6	0,3	8
Larves à jeun depuis 3 semaines	0,9	0,2	9

Toutes mes mesures comparatives ont été effectuées sur des larves jeûnant depuis moins de 8 jours.

GÉOLOGIE. — *Sur les relations tectoniques des Préalpes internes avec les nappes helvétiques de Morcles et des Diablerets.* Note de M. **Maurice Lugeon**, transmise par M. Michel Lévy.

On sait que entre les plis du massif de Morcles et la nappe des Diablerets s'interpose une bande caractérisée par la présence de Néocomien à céphalopodes. C'est une écaille plus ou moins complexe qui joue le rôle d'une unité tectonique strictement indépendante.

En 1901, dans mon essai de synthèse tectonique sur les Alpes du Chablais et de la Suisse, j'ai émis l'hypothèse que cette écaille appartenait aux Préalpes internes et que c'était ultérieurement à son développement horizontal qu'elle aurait été refoulée et recouverte par la nappe helvétique des Diablerets.

Les nombreuses écailles des Préalpes internes, ou zone des cols, se seraient déclenchées les premières, auraient occupé alors le front alpin naissant, auraient été recouvertes par les nappes supérieures, puis, tardivement, les masses qui leur servaient de substratum se seraient avancées vers le Nord en nappes profondes, repliant devant elles, en immenses boucles anticlinales, tout comme des terrains leur appartenant en propres, ces écailles préalpines qu'elles supportaient.

Cette explication qui faisait intervenir des déplacements inouïs fut suspectée malgré que nous montrions que les racines de ces nappes des Préalpes internes étaient connues sur le versant droit de la vallée du Rhône en Valais.

Une série de faits nouveaux vient appuyer l'hypothèse en apportant des

arguments péremptoires. En outre, l'explication s'applique à des masses considérées jusqu'à ce jour comme appartenant aux Hautes Alpes calcaires.

L'écaille de Néocomien à céphalopodes disparaît, après s'être considérablement amincie, sous les grands écroulements des Diablerets, dans le cirque de Derborence, ainsi que l'a justement dessiné Renevier. Mais sur ce Néocomien, séparé de lui par quelques mètres d'éboulis, repose une épaisse bande de Flysch enveloppant complètement, en contact direct, un vaste noyau de cargneule et de gypse du Trias.

Le Flysch du toit et du mur du Trias contient des cailloux exotiques. L'auteur que nous citons avait confondu ce terrain avec le Dogger.

Nous avons suivi, en compagnie de M. Boussac, cette bande de Trias et de Flysch jusqu'aux environs de Besson, sur la rive gauche de la Lizerne, où elle repose directement sur les schistes nummulitiques des plis du massif de Morcles. C'est sur le Flysch qui repose sur le Trias que chevauche directement le Dogger de la base de la nappe des Diablerets.

Le Flysch à blocs exotiques de Derborence accompagné de Trias forme donc une écaille au même titre que la bande de Néocomien à céphalopodes. Or comme le Flysch à roches exotiques appartient incontestablement aux Préalpes internes, car sous ce facies il est inconnu dans les nappes helvétiques de la Suisse occidentale, son origine entraîne celle de l'écaille de Néocomien à céphalopodes, dont l'origine préalpine n'est plus douteuse.

Ainsi donc la nappe des Diablerets, plus jeune que celles des Préalpes internes, plus profonde dans l'ordre de superposition normale des nappes, a réussi à chevaucher sur les Préalpes internes. L'amplitude du mouvement est exactement de 10^{km}.

Il est évident que ce mouvement profond a dû produire des perturbations considérables que nous avons jadis comparées à l'effet produit par le soc d'une gigantesque charrue. En labourant les nappes des Préalpes internes, la masse de la nappe des Diablerets a soumis ces premières à une forte traction, à un étirement puissant. Ces nappes se sont étirées, se sont résolues en écailles, en lentilles, et il n'est pas étonnant que l'écaille de Néocomien à céphalopodes soit en partie ou en totalité absente en avant du front de la nappe des Diablerets. Toutefois le Crétacique a été dernièrement signalé au Col de la Croix par MM. Sarasin et Collet, et nous l'avons nous-même retrouvé pincé en synclinal près de la Layaz, directement sur le Tertiaire de la nappe des Diablerets. Nous ajouterons qu'il existe en grande masse sur la nappe du Wildhorn,

Ainsi donc une nappe continue, crétacique, existait au-dessus des nappes helvétiques. Bousculée par ces dernières, elle a été pincée avec une autre série de Trias et de Flysch en un vaste synclinal couché mis à jour par le profond cirque de Derborence.

GÉOLOGIE. — *Sur les formations continentales néogènes dans les Hautes-Plaines constantinoises (Algérie).* Note de M. **A. Joly**, transmise par M. Ch. Barrois.

Au voisinage du méridien de Constantine, les Hautes-Plaines (feuilles Saint-Donat et Aïn-Melila, Carte d'Algérie au $\frac{1}{50000}$ du Service géographique de l'armée) sont coupées d'ondulations qui relient ensemble les chaînons de l'Éocrétacé. Ces ondulations, dont l'altitude relative varie de 20^m à 100^m ou 150^m, laissent apparaître dans leurs parties de relief maximum les dépôts marins de l'Éogène. Sur ces dépôts reposent des atterrissements constituant la masse principale des collines et conservés parfois en lambeaux jusqu'en des points très élevés. On y distingue de bas en haut les assises suivantes :

1° Dans quelques ravins profonds, argiles brunes avec *Melanopsis Thomasi* (Aïn-Melila; Chebka de Sidi-Hammana à Guergour-Elhamèm), probablement équivalentes des couches tortoniennes de Constantine et de Smendou.

2° Des couches détritiques, dont la puissance peut atteindre 100^m ou 150^m par places; au pied et sur le flanc des montagnes éocrétacées, ce sont des poudingues rouges à éléments de toutes tailles, parfois énormes; à quelque distance des chaînons, des brèches rouges ou jaunes à éléments plus petits, des cailloutis, des graviers ou des sables; vers le centre des dépressions des limons rouges avec intercalations lenticulaires de calcaires grumeleux gris, blancs ou roses. Les calcaires, les brèches, plus rarement les limons, renferment : *Melanopsis Thomasi, Unio Cirtanus, Helix Afasiana, H. cf. Subpulchella* (passim), des *Planorbes, Limnées;* un *Cardium* de très petite taille (au Fortass des Ouled Sellem); des dents d'*Hipparion cf. Gracile*, et probablement de *Mastodonte* (Chebka Sidi-Hammana à Maatgua); une cote de Proboscidien de très grande taille et des protubérances osseuses d'Antilopinées ou d'Ovinées (tranchées du chemin de fer entre Mechta Larbi et Telerma). La présence de cette faune indique le *Pontien*.

3° Dans une situation indépendante et fréquemment séparés du Pontien par des argiles grises (puissance maxima 50^m), des calcaires rosés, à pâte fine, des calcaires grumeleux, des marnes blanches, roses ou jaunes (puissance maxima 80^m). Cet ensemble correspond à d'anciens lacs occupant le centre des dépressions; il renferme *Helix Constantinæ*, Forbes; *Rumina decollata*, L.; enfin *Helix fossulata*, Pomel, caractéristique des calcaires d'Aïn-Elbey de Constantine (*Plaisancien*).

4° En certains points, 60^m à 80^m au maximum de calcaires et marnes rosés ou blanchâtres, sans fossiles.

5° Transgressifs sur le Plaisancien, mais régressifs sur le Pontien des sables calcaires jaunes ou roses (15^m au plus) surmontés par une carapace calcaire tufacée dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. Cette formation renferme des coquilles d'espèces actuelles : *Helix melanostoma; Leucochroa candidissima; Rumina decollata.* Mais on la suit jusqu'à Constantine et l'on constate ainsi qu'elle prolonge les terrasses du Mançoura (Sables à *Elephas Meridionalis* et *Hippopotamus major, Sicilien*) (¹).

Les formations ci-dessus décrites se prolongent dans l'Est, l'Ouest, et le Sud, dans toute la zone des Hautes-Plaines. D'ordinaire faiblement ondulées, elles participent cependant quelquefois aux plis imbriqués qui affectent les sédiments plastiques entre les masses rigides de l'Éocrétacé; tels le Pontien et Sicilien au revers sud de la Chebka de Toukouya; le Pontien est renversé sous le Trias sur le bord sud-est de la Chebka d'Aïn-Elkebch; le Sicilien se dresse verticalement dans certaines flexures au sud de Châteaudun du Rummel (Sidi-Messaoud).

En résumé : des formations néogènes continentales synchroniques de celles de Constantine et de même facies couvrent en partie l'étendue des Hautes-Plaines constantinoises; elles s'y montrent doucement plissées ou ondulées; quelquefois cependant elles sont affectées par des accidents tectoniques violents.

Je prie M. le Professeur Boule, qui a bien voulu déterminer les dents trouvées dans le Pontien; M. Lemoine, qui les a dégagées et préparées; M. Pallary, qui a déterminé les Mollusques, d'agréer mes vifs remercîments.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur une oscillation de la mer constatée le 15 juin 1909 dans le port de Marseille.* Note (²) de M. **Louis Fabry**, présentée par M. Bigourdan.

Le mardi 15 juin 1909, vers 9^h du matin, la mer se mit à osciller dans le port de Marseille, les eaux baissèrent et montèrent alternativement et oscillèrent ainsi jusqu'à midi. L'amplitude de cette oscillation était, au début, de 80^cm suivant les uns, de 40^cm seulement suivant d'autres. La durée de l'oscillation était d'environ un quart d'heure.

La population, impressionnée par le tremblement de terre du 11 juin,

(¹) L. Joleaud, *Carte géologique détaillée de l'Algérie, feuille Elaria.*
(²) Présentée dans la séance du 19 juillet 1909.

regardait avec étonnement ce mouvement des eaux, et l'on se demandait s'il n'était pas dû à quelque soulèvement lointain du fond de la mer. Cette oscillation paraît tenir à un phénomène météorologique, à une hausse subite du baromètre, marquée sur les enregistreurs des Observatoires de Marseille et de Nice, et sur ceux de M. Schmitt, opticien à Marseille. En effet, ces appareils, et ceux à lecture directe de la pression barométrique, montrent que vers $9^h 10^m$ le baromètre est monté brusquement d'environ 2^{mm}. Cette hausse a été très brusque, car elle s'est produite en une dizaine de minutes seulement, après quoi le baromètre est resté à peu près stationnaire pendant une heure; puis il est redescendu assez vite, mais moins rapidement qu'il n'était monté. Vu la petite échelle des enregistreurs et les temps perdus dans les mouvements de ces appareils, on ne peut que donner l'allure générale du phénomène; mais, comme il a été constaté très nettement sur divers enregistreurs placés assez loin les uns des autres, il ne saurait être mis en doute.

Autant que je puis en juger par des heures indiquées approximativement, l'oscillation commença vers $8^h 40^m$, donc une demi-heure avant la hausse du baromètre. Malgré cela il paraît bien probable que les deux phénomènes sont liés l'un à l'autre. Sans doute, une hausse barométrique, due à une cause inconnue, et plus forte peut-être que celle constatée à Marseille, se sera produite sur la Méditerranée, ou, s'étant produite ailleurs, se sera avancée sur cette mer.

En pesant sur l'eau, la pression de l'air aura produit une onde qui, s'engouffrant dans le golfe et le port de Marseille et augmentant ainsi d'intensité, aura donné lieu aux oscillations de la mer. Mais en même temps le phénomène atmosphérique, la hausse barométrique, se déplaçait et il ne sera arrivé sur la ville de Marseille qu'une demi-heure après l'onde marine.

Il aurait été intéressant d'étudier ce mouvement de la mer sur la courbe du marégraphe de Marseille; mais, afin d'amortir le choc des vagues, cet appareil ne communique avec la mer que par des trous très petits, de sorte qu'il ne donne qu'un niveau moyen. On va examiner s'il ne serait pas préférable de le rendre sensible aux oscillations périodiques de la surface marine.

Quant à cette variation subite de la pression atmosphérique, je n'en vois pas d'explication et l'on peut se demander si elle ne tiendrait pas à quelque phénomène exceptionnel qui se serait passé à une grande distance : il serait intéressant de savoir si elle se remarque aussi dans d'autres villes, sur les enregistreurs des Observatoires.

SISMOLOGIE. — *Sur des secousses de tremblement de terre ressenties au Yunnan.* Extrait d'une Lettre de M. CH. DUPONT, présenté par M. B. Baillaud.

Laokay, 14 juin 1909.

Il sera sans doute intéressant pour l'Observatoire de Paris de savoir qu'à la date du 11 juin dernier, deux secousses sismiques ont été ressenties au Yunnan, dans la région du Ning Tchéou, près de Posi; cette dernière ville est placée sur le tracé du chemin de fer du Yunnan et la locomotive y arrive depuis quelques jours.

La première secousse a eu lieu le 11 juin, à $9^h 12^m$ du matin et la seconde à $12^h 23^m$.

Les renseignements sur l'orientation et la direction ne m'ont pas été donnés.

Dans la même région, un mois auparavant, le 11 mai, une première secousse a été ressentie à $10^h 30^m$ du soir, et, pendant une durée de 60 heures, cette première secousse a été suivie de 18 autres, dont quelques-unes, très violentes, ont causé de graves dégâts et de sérieux accidents et ont été accompagnées de morts d'hommes.

Le 11 mai, deux secousses : $10^h 30^m$ du soir, 11^h.

Le 12 mai, cinq secousses : $12^h 40^m$, $2^h 10^m$, $6^h 20^m$, $7^h 2^m$, $8^h 33^m$.

Le 13 mai, six secousses : $6^h 45^m$ matin, $9^h 22^m$, $11^h 45^m$, $12^h 2^m$, $2^h 46^m$, $3^h 52^m$.

Le 14 mai, six secousses : $5^h 11^m$ matin, $5^h 12^m$, $5^h 30^m$, $7^h 8^m$, $8^h 8^m$, $8^h 8^m$.

Plusieurs de ces secousses ont été accompagnées de détonations semblables au bruit du canon et ont déterminé la chute d'énormes blocs de rochers qui ont été précipités du haut des montagnes dans les vallées.

Une rivière a été tarie pendant plusieurs jours, s'étant perdue dans un gouffre comme il en existe des quantités au Yunnan, et la population affolée s'était enfuie dans la campagne. Ces renseignements m'ont été donnés par les autorités chinoises, avec lesquelles je suis en relations. Ces mêmes autorités assurent que, dans la province voisine du Sze-Tchuen, un volcan éteint depuis longtemps est entré en éruption.

A 4^h et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4^h trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 juillet 1909.

L'Académie des Sciences de l'Institut de France à l'Université de Cambridge, 22 juin 1909. Paris, Imprimerie nationale, 1909; 1 fasc. in-f°.

Di alcune macchie osservate in Mercurio dal signor Jarry Desloges la mattina del 19 agosto 1907; annotazioni di G. Schiaparelli. (Extr. de la *Rivista di Astronomia e Scienze affini;* 3e année, mai 1909.) Turin, G.-U. Cassone, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Icones mycologicæ, par Boudier; 5e série, livraison 24. Paris, Paul Klincksieck, 1909; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte, t. I, fasc. 2 et 3; t. II, fasc. 1; t. VI, fasc. 1. Paris, Masson et Cie, 1908; 4 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Biologie florale, par F. Péchoutre; avec 82 figures dans le texte. Paris, Octave Doin et fils, 1909; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Mangin.)

Essai de défense contre la grêle, par R. de Beauchamp. Poitiers, imp. Blais et Roy, 1908; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Comité international des Poids et Mesures : Procès-Verbaux des séances; 2e série, t. V : *Session de* 1909. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°.

Répertoire alphabétique de la Jurisprudence tunisienne, comprenant les matières contenues dans le « Journal des Tribunaux de la Tunisie », de 1889 *à* 1908 *inclus,* par S. Berge; 2e fascicule : *Conciliation-Instruction criminelle.* Tunis, B. Borrel, 1909; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens; t. XLVII, n° 1, janvier-mars 1909. Amiens; 1 fasc. in-4°.

The pendulum operations in India, 1903 to 1907, by major G.-P. Lenox Conyngham, whit an appendix by A. Strahan, published by direction of colonel F.-B. Longe. (Survey of India : *Professional paper;* n° 10.) Dehra Dun, 1908; 1 vol. in-4°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XXXIV. Washington, 1908; 1 vol. in 8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juillet 1909.

Savants du jour : Henri Poincaré. Biographie, bibliographie analytique des écrits, par Ernest Lebon. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Initiation à la Mécanique, par M. Ch.-Ed. Guillaume. Paris, Hachette et Cie, 1909; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Appell.)

Société de Géographie. *Rapport de la Mission d'études de la maladie du sommeil*

au Congo français, 1906-1908, par MM. GUSTAVE MARTIN, LEBOEUF et ROUBAUD. Paris, Masson et Cie, 1909; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. E. Roux, au nom de M. Le Myre de Vilers, Président de la Société de Géographie.)

La vallée de Binn (Valais), étude géographique, géologique, minéralogique et pittoresque, par LÉON DUBUISSON. Ouvrage orné de 51 illustrations dont 20 tirées hors texte, de 6 cartes, plans, coupes et panorama, et d'une grande Carte topographique et minéralogique au $\frac{1}{60000}$; précédé d'une Préface par M. A. LACROIX, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, et suivi d'une *Étude sur la Flore de Binnental,* par M. le Dr A. BINZ. Lausanne, Georges Bridel et Cie, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lacroix.)

Répartition océanographique des Végétaux marins de la région de Roscoff, par M. L. JOUBIN, avec le concours de M. DANOIS; septembre 1908; échelle de $\frac{1}{14400}$ environ. Paris, imp. Erhard; 1 feuille in-plano. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Rapport sur une Mission au Congo français, 1906-1907, par M. JEAN-MARC BEL. (Extr. des *Nouvelles Archives des Missions scientifiques,* t. XVI.) Paris, Imprimerie nationale, 1908; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques, t. XV, année 1907. Louviers, Eug. Izambert, 1908; 1 fasc. in 8°.

ERRATA.

(Séance du 10 mai 1909.)

Note de M. *J. Bougault,* Sur l'acide benzoylacrylique. Condensation de l'acide glyoxylique avec quelques cétones :

Page 1272, ligne 4, *au lieu de*

$$(CH^2O^2.C^6H^3.CO.CH^2)^2CH.CO^2H \quad \text{(p. f. 112°)},$$

lisez

$$(CH^2O^2.C^6H^3.CO.CH^2)^2CH.CO^2H \quad \text{(p. f. 176°)}.$$

(Séance du 1er juin 1909.)

Note de M. *William Duane,* Le dégagement de chaleur des corps radioactifs :

Page 1451, ligne 13, *au lieu de* plus actif, *lisez* moins actif.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 AOUT 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE. — *La virulence des trypanosomes des Mammifères peut-elle être modifiée après passage par des Vertébrés à sang froid?* Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit.**

D'après les recherches de Mlle Fellmer (¹), lorsqu'on injecte dans la cavité péritonéale d'une couleuvre à collier du sang pris à un animal infecté par *Trypanosoma Brucei,* les trypanosomes apparaissent dans le sang de la couleuvre dans les premiers jours après l'inoculation, mais ils ne tardent pas à disparaître. Le sang de la couleuvre reste virulent alors même que l'examen microscopique ne révèle plus la présence des parasites; injecté au rat, il produit une infection atténuée, mais, par passages successifs chez le rat, la virulence augmente rapidement.

Avec *Tr. Lewisi,* les résultats seraient plus curieux encore. Chez les couleuvres inoculées, on ne constaterait pas l'existence des trypanosomes dans le sang, mais le sang des couleuvres inoculé à des rats 10 jours après l'inoculation des couleuvres produirait des infections d'une gravité égale à celle du Nagana et la forme même du *Tr. Lewisi* se modifierait en se rapprochant de celle du *Tr. Brucei.*

Si ces faits étaient confirmés, il faudrait en conclure que les caractères considérés comme spécifiques des trypanosomes se modifient facilement; mais des recherches de contrôle sont évidemment nécessaires pour qu'une

---

(¹) Wendelstadt, *Akademischer Vortrags- und Demonstrationsabend in Dusseldorf, Medizinische Klinik,* n° 16, 1909.

conclusion aussi inattendue puisse s'imposer. Nous avons entrepris à ce sujet des expériences dont nous résumons, dans cette Note, les premiers résultats.

Nos expériences ont été faites en juin et juillet 1909 sur des couleuvres à collier (*Tropidonotus natrix* Gesn.) avec *Tr. Lewisi* Kent ou avec *Tr. Evansi* Steel, ce dernier très voisin de *Tr. Brucei*. Les couleuvres, les rats et les souris ont été inoculés par la voie intrapéritonéale. Les doses de sang de couleuvre injectées ont toujours été sensiblement inférieures à la dose habituellement mortelle (¹).

L'examen du sang des couleuvres fait avant l'inoculation n'a jamais révélé l'existence de trypanosomes.

1° Trois couleuvres sont inoculées avec du sang riche en *Tr. Lewisi*. L'examen du sang des couleuvres, fait, au plus tôt, 48 heures après l'inoculation et jusqu'au 10ᵉ jour, est toujours négatif. Douze jeunes rats inoculés avec le sang des couleuvres, 10 jours après l'injection intrapéritonéale, ne se sont pas infectés de trypanosomes; deux d'entre eux sont morts; à l'autopsie, des lésions rénales identiques à celles qu'on observe à la suite des injections de toxalbumines ont été constatées.

2° Une couleuvre pesant 50ᵍ reçoit le 9 juillet, à 9ʰ45ᵐ du matin, 1ᶜᵐ³ de sang de rat riche en *Tr. Lewisi*; à 10ʰ45ᵐ du matin, on ne voit pas de trypanosomes dans le sang de la couleuvre; à 11ʰ10ᵐ du matin et à midi, trypanosomes rares; à 1 heure et à 2 heures du soir on ne voit plus de trypanosomes. A 4ʰ30ᵐ du soir, on inocule à un rat quelques gouttes du sang de la couleuvre.

11 juillet, la couleuvre est trouvée mourante le matin; l'examen du sang ne montre pas de trypanosomes, mais de nombreuses bactéries. A l'autopsie, on trouve dans la couleuvre des œufs en putréfaction, ce qui explique la septicémie.

Le rat inoculé le 9 juillet montre des trypanosomes le 18 juillet; le 23 les trypanosomes sont nombreux, le 26 juillet et le 1ᵉʳ août assez nombreux. Le 1ᵉʳ août le rat va bien; il a sensiblement augmenté de poids depuis le 9 juillet. L'infection a, en somme, une évolution normale.

3° Deux couleuvres inoculées avec du sang riche en *Tr. Evansi*, et examinées à partir du cinquième jour après l'inoculation, ne montrent pas de trypanosomes. Trois rats inoculés avec du sang des couleuvres, 10 jours après l'inoculation de celles-ci, ne s'infectent pas.

4° Une couleuvre pesant 26ᵍ reçoit, le 8 juillet à 3 heures du soir, 1ᶜᵐ³ de sang, riche en *Tr. Evansi*, additionné d'eau citratée. A 4ʰ20ᵐ du soir, le sang de la couleuvre montre de rares trypanosomes. — 9 juillet, l'examen du sang de la couleuvre fait à 8ʰ30ᵐ et à 9ʰ30ᵐ du matin est négatif. — 10 et 13 juillet, examens du sang

(¹) La dose *rapidement* mortelle pour un rat de 80ᵍ environ est de 0ᶜᵐ³,50; mais des doses notablement plus faibles peuvent déterminer la mort à plus ou moins longue échéance.

négatifs. — 14 juillet, la couleuvre est trouvée morte; il n'y a pas de trypanosomes dans le sang, mais on constate la présence de nombreuses bactéries bien que la mort soit récente; le cœur bat encore au moment de l'autopsie.

Une souris inoculée le 8 juillet à 4^h40^m du soir avec deux gouttes du sang de la couleuvre s'infecte en 3 jours et demi et meurt en 6 jours et demi. Deux souris inoculées sur la première meurent de trypanosomiase en 5 et 11 jours.

Une souris inoculée le 9 juillet à 8^h30^m du matin sur la couleuvre s'infecte en 4 jours et meurt en 6 jours et demi; deux souris inoculées sur elle meurent en 4 et 5 jours.

Une souris inoculée le 10 juillet sur la couleuvre s'infecte et meurt en 7 jours; deux souris inoculées sur elle meurent en 4 et 5 jours.

Quatre souris ont servi de témoins. Deux souris inoculées sur le cobaye qui a servi à inoculer la couleuvre (sang peu dilué) sont mortes toutes deux de trypanosomiase en 5 jours. Deux souris inoculées avec le même sang très dilué sont mortes en 9 et 12 jours. Il ressort de cette expérience que la dilution plus ou moins grande du sang virulent exerce une grande influence sur la durée de la maladie.

Un rat inoculé le 14 juillet sur la couleuvre est mort le 15 juillet de péritonite septique.

5° Une couleuvre pesant 90^g, et dont le sang contient de rares bactéries, reçoit, le 15 juillet à 1^h35^m du soir, 1^{cm^3} de sang de souris extrêmement riche en *Tr. Evansi;* à 3^h et à 4^h du soir, l'examen du sang de la couleuvre révèle l'existence de nombreux trypanosomes. — 16 juillet, à 8^h30^m du matin, trypanosomes aussi nombreux que la veille; à 5^h30^m du soir, trypanosomes un peu moins nombreux. — 18 juillet, trypanosomes assez rares. — 19 juillet, à 8^h30^m du matin, trypanosomes très rares. — 20 juillet, deux examens prolongés du sang de la couleuvre sont négatifs. — 21 juillet, pas de trypanosomes, les bactéries observées dans le sang de la couleuvre avant le début de l'expérience ont augmenté de nombre. — 22 juillet, pas de trypanosomes. — 25 juillet, la couleuvre meurt. La mort est due à la putréfaction d'œufs dans l'oviducte. Le sang contient des bactéries, pas de trypanosomes.

Une souris inoculée le 15 juillet à 3^h du soir avec deux gouttes du sang de la couleuvre est infectée le 17 juillet et meurt ce même jour avec trypanosomes très rares (probablement de septicémie). Une souris inoculée sur la précédente le 17 juillet meurt le 25 juillet (en 8 jours) avec trypanosomes très nombreux.

Une souris inoculée le 16 juillet avec deux gouttes du sang de la couleuvre a, le 18 juillet, des trypanosomes très rares et meurt en 6 jours. Une souris inoculée sur la précédente (sang très dilué) a, le 22 juillet, des trypanosomes très rares et meurt en 7 jours. Une souris inoculée le 22 juillet sur la précédente meurt en 5 jours.

Un rat inoculé le 17 juillet avec une goutte du sang de la couleuvre meurt le 24 juillet, en 7 jours, avec de nombreux trypanosomes et bactéries dans le sang.

Une souris inoculée le 17 juillet avec une goutte du sang de la couleuvre a, le 21 juillet, de rares trypanosomes et meurt en 7 jours. Une souris inoculée le 21 juillet sur la précédente meurt de trypanosomiase en 6 jours.

Quatre souris inoculées les 18, 19, 20 et 21 juillet, chacune avec une goutte du sang de la couleuvre, meurent de trypanosomiase en 10, 8, 8 et 10 jours.

Une souris inoculée le 22 juillet avec une petite goutte du sang de la couleuvre meurt de septicémie le 26 juillet, sans avoir montré de trypanosomes. Une souris inoculée sur la précédente meurt en 2 jours de septicémie.

Une souris inoculée le 25 juillet avec $0^{cm^3},10$ du sang de la couleuvre meurt en 24 heures avec des bactéries assez nombreuses dans le sang.

Une souris inoculée le 25 juillet avec $0^{cm^3},05$ du sang de la couleuvre ne s'est pas infectée à la date du 2 août.

Un rat inoculé le 25 juillet avec $0^{cm^3},20$ du sang de la couleuvre ne s'est pas infecté à la date du 2 août.

Il résulte de ces expériences que, lorsqu'on injecte dans la cavité péritonéale d'une couleuvre à collier du sang riche en *Tr. Lewisi* ou en *Tr. Evansi*, les trypanosomes passent rapidement dans le sang de la couleuvre, où leur présence peut être constatée au bout de 1 heure 20 minutes. Les trypanosomes sont d'autant plus nombreux dans le sang de la couleuvre que le sang inoculé en renfermait davantage.

Les trypanosomes vivent pendant plusieurs jours dans le sang de la couleuvre, mais leur nombre diminue rapidement; ils disparaissent tantôt en 24 heures, tantôt au bout de 3 ou 4 jours seulement; alors que l'examen microscopique ne permet plus de constater leur présence, le sang de la couleuvre reste infectieux pendant quelques jours.

Nous n'avons constaté jusqu'ici aucun fait permettant de conclure que la virulence des trypanosomes est modifiée après passage par la couleuvre. Il faut tenir compte des causes d'erreur suivantes : 1° le sang de couleuvre est très toxique pour le rat et pour la souris; alors même qu'il est injecté à dose trop faible pour produire des accidents rapidement mortels, il peut entraîner la mort à échéance plus ou moins éloignée; 2° le sang des couleuvres en expérience contient souvent des bactéries qui peuvent produire des septicémies chez les animaux inoculés.

Nous nous proposons de continuer ces recherches.

NOMINATIONS.

M. le **Président de l'Association française du froid** invite l'Académie à se faire représenter au Congrès qui se tiendra à Lyon en octobre prochain.

L'Académie désigne MM. **Haller**, **Dastre**, **Alfred Picard**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Plusieurs Cartes de l'Afrique occidentale française et de la Côte française des Somalis, publiées par le Service géographique des Missions du Ministère des Colonies.

2° *Report of a magnetic Survey of South Africa*, par J.-C. Beattie. (Transmis par la Royal Society et les Gouvernements des colonies de l'Afrique du Sud.)

3° *Annales du Musée du Congo belge*, publiées par le Ministère des Colonies. Catalogues raisonnés de la Faune entomologique du Congo belge : *Hémiptères, fam. Pentatomidæ*, par H. Schouteden.

MM. **A. de la Baume Pluvinel**, **Henry Caralp**, **P. Janet**, **J. Neumann**, **Jean Perrin**, **Alfred Pousson**, **J. Vallot** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mme **René Chudeau** adresse également des remercîments, au nom de M. **René Chudeau**, actuellement en mission à Tombouctou.

ASTRONOMIE. — *Sur la figure et la masse de la planète Uranus, déduites des mouvements des deux satellites intérieurs*. Note de M. **Œsten Bergstrand**, présentée par M. B. Baillaud.

Dans mon Mémoire *Ueber die Bahn des ersten Uranussatelliten, Ariel* (*Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal.*, 1904), j'ai traité l'ensemble des observations du premier satellite d'Uranus, Ariel. Le but principal de ces recherches était de déterminer l'excentricité de l'orbite et le déplacement du périurane, ce qui pourrait faire apprécier la grandeur de l'aplatissement de la planète. Comme on le sait, les observations directes faites sur le disque d'Uranus pour déterminer l'aplatissement et la durée de la rotation n'ont pu donner des résultats bien concluants.

La majorité prépondérante des observations des deux satellites intérieurs d'Uranus est faite à l'Observatoire Lick depuis 1894. Ces observations

surpassent beaucoup toutes les autres en exactitude; d'ailleurs elles sont à peu près les seules dont les époques sont favorables pour la détermination de la position du périurane. Pour ces motifs, en étendant mes calculs aussi à Umbriel, j'ai considéré exclusivement ces observations. Malheureusement, Umbriel est extrêmement difficile à observer. Aussi les observations de ce satellite sont-elles relativement peu exactes et peu nombreuses, de sorte qu'on pourrait à peine espérer parvenir à une détermination du déplacement de son périurane.

Soient e l'excentricité, et ω la distance angulaire du périurane au nœud ascendant de l'orbite relativement à l'équateur de la Terre. J'avais trouvé pour Ariel (*loc. cit.*, p. 50) :

	e.	ω.
Époque 1894,4	0,005 ± 0,003	326° ± 34°
» 1895,4	0,011 ± 0,003	357 ± 15
» 1897,4	0,009 ± 0,002	29 ± 14
» 1898,4	0,007 ± 0,003	47 ± 24
» 1899,4	0,002 ± 0,002	48 ± 40
» 1901,4	0,015 ± 0,004	94 ± 19
Moyenne	0,007 ± 0,001	

Voici mes résultats pour Umbriel :

	e.	ω.
Époque 1894,9	0,006 ± 0,003	332° ± 28°
» 1897,4	0,008 ± 0,002	70 ± 13
» 1899,1	0,008 ± 0,002	86 ± 13
» 1901,1	0,008 ± 0,002	31 ± 16
Moyenne	0,008 ± 0,001	

Il résulte que le périurane d'Ariel se déplace de 15° environ par an. Par conséquent, le périurane d'Umbriel aurait, selon la théorie, un mouvement annuel de 4° à 5° seulement. Les observations sont évidemment trop insuffisantes pour admettre une détermination directe de ce mouvement. Cependant l'excentricité et la position approximative du périurane sont fixées avec quelque certitude; en effet, il semble certain que la valeur de ω a été comprise entre 0° et 90° à l'époque moyenne des observations. Le grand écart de ω pour 1894,9 s'explique par la distribution très défavorable en angle de position des observations de 1894-95.

Ainsi le résultat trouvé pour Umbriel est conciliable avec la grandeur du mouvement séculaire d'Ariel. Toutefois, pour le présent, les observations d'Umbriel ne peuvent pas contribuer directement à la détermination de l'aplatissement.

Les masses des satellites sont inconnues, mais, selon toute probabilité, l'influence des satellites extérieurs sur le mouvement annuel du périurane d'Ariel ne dépasse pas $0°,4$, quantité négligeable en comparaison avec l'action de l'aplatissement.

Pour cette action, on a l'expression

$$\frac{d\omega}{dt} = \lambda\left(\varkappa - \frac{1}{2}\varphi\right)\left(\frac{\rho}{\alpha}\right)^2,$$

où λ désigne le mouvement annuel du satellite, et α sa distance moyenne à la planète; ρ, $\varkappa$ sont le rayon équatorial et l'aplatissement de la planète, et φ le rapport de la force centrifuge à l'attraction pour un point de l'équateur. Si l'on introduit les valeurs numériques (j'ai supposé $\rho = 2'',075$, selon M. Barnard), on aura

$$\varkappa - \frac{1}{2}\varphi = \frac{1}{80}.$$

Pour obtenir la valeur de $\varkappa$, il faut connaître le rapport $\frac{\varphi}{\varkappa}$ qui dépend de la loi suivie par la variation de la densité à l'intérieur de la planète.

Si Uranus était homogène, on aurait φ à peu près $= \frac{4}{5}\varkappa$. Avec cette hypothèse, on obtient une *limite inférieure pour* $\varkappa$. Ainsi on trouve que

$$\varkappa > \frac{1}{48}.$$

Le cas de l'hétérogénéité étant presque certain, le mieux à faire est de voir ce qui arrive pour les autres grosses planètes. Pour Jupiter et Saturne, le rapport $\frac{\varphi}{\varkappa}$ a les valeurs $\frac{5}{4}$ et $\frac{8}{5}$. En admettant ces valeurs pour Uranus, on trouve pour l'aplatissement $\varkappa$ et pour la durée de la rotation T les variations suivantes :

Pour $\varphi = \frac{5}{4}\varkappa$	$\varkappa = \frac{1}{30}$	$T = 17^h,6$
Pour $\varphi = \frac{8}{5}\varkappa$	$\varkappa = \frac{1}{16}$	$T = 11^h,3$

Les valeurs de T sont déduites de la relation

$$T^2\alpha^3\varphi = P^2\rho^3,$$

où P désigne la période du satellite. Vu que la densité moyenne d'Uranus a une valeur comprise entre celles valables pour Jupiter et Saturne, on peut conclure de ce qui précède que *l'aplatissement d'Uranus est très probablement de l'ordre de* $\frac{1}{20}$. A cet aplatissement correspond une *durée de rotation de* 13 *heures*.

Pour la détermination de la masse μ de la planète, on peut se servir de la formule

$$\mu = \left(\frac{S}{P}\right)^2 (a \sin\alpha)^3 (1+m)\left(1 - \frac{1}{\lambda}\frac{d\omega}{dt}\right),$$

où a désigne le demi-grand axe de l'orbite d'Uranus ; m et S sont la masse de la Terre et la durée de la révolution de la Terre dans son orbite. La valeur de μ dépend essentiellement de α. Pour Ariel, j'ai déduit de l'ensemble des observations faites sur ce satellite (*loc. cit.*, p. 53)

$$\alpha = 13'',62 \pm 0'',02.$$

Quant à Umbriel, mes calculs ont donné pour résultat

$$\alpha = 19'',03 \pm 0'',03.$$

En employant ces valeurs, on aura :

	Pour Ariel.	Pour Umbriel.	Moyenne.
μ^{-1}.......	23385 ± 113	23196 ± 121	23297 ± 82

Ainsi la *masse d'Uranus* est en chiffre rond

$$\mu = \frac{1}{23300}.$$

Pour la *densité moyenne* de la planète, relativement à celle de la Terre, on aura à peu près la valeur

$$D = 0,16.$$

Une fois que les orbites de Titania et d'Obéron seront déduites des observations modernes, on obtiendra sans doute des valeurs encore plus exactes pour μ et D.

GÉODÉSIE. — *Sur l'élasticité du globe terrestre.* Note (¹) de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. H. Poincaré.

Dès 1877, Lord Kelvin (²) émettait l'opinion que le globe terrestre possède une élasticité comparable à celle de l'acier (coefficient de rigidité $\rho = 7,65 \times 10^{11}$ unités C.G.S.) (³)

(¹) Présentée dans la séance du 19 juillet 1909.

(²) *Natural Philosophy*, 2ᵉ Partie.

(³) Le coefficient habituel K d'allongement longitudinal et le coefficient σ de contraction transversale sont liés à ρ par la formule

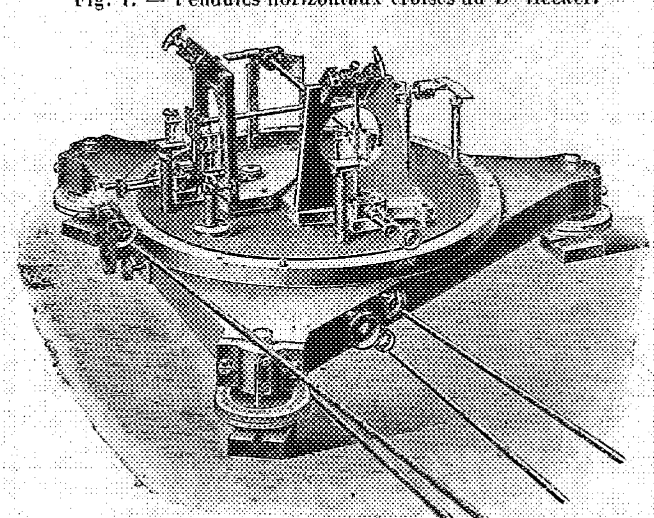
$$\rho = \frac{0,49}{1+\sigma}\frac{K}{1000}.$$

et que, sous l'influence de l'attraction luni-solaire, l'écorce subit des marées atteignant le tiers de ce qu'elles seraient pour une terre liquide. Les marées océaniques, mensuelles et semi-mensuelles, auraient d'ailleurs seulement les deux tiers de leur amplitude théorique, comme Sir G.-H. Darwin (¹), en 1881, l'a vérifié pour un groupe de ports des Indes.

En 1907, Schweydar (²), disposant de 194 années d'observations analogues, faites dans 43 ports des océans Atlantique, Pacifique et Indien, trouvait, pour le même rapport, la valeur 0,65. Admettant avec Roche et Wiechert l'existence d'une écorce (densité 3,2; épaisseur 0,22 du rayon) autour d'un noyau rigide (densité 8,2), il en déduisait, pour le globe, une rigidité moyenne $\rho = 6,1$.

De même, en comparant à sa valeur théorique l'amplitude moyenne effective des mouvements du pendule horizontal, sous l'action de la Lune, d'après des observations faites à Strasbourg par de Rebeur-Paschwitz et Ehlert (1892-1896), par Kortazzi (1894-1895) à Nikolajew et par lui-même à Heidelberg (1901-1902), Schweydar obtenait un rapport de 0,67, correspondant à une rigidité $\rho = 6,3$.

Fig. 1. — Pendules horizontaux croisés du Dr Hecker.



De 1902 à 1905, à Potsdam, ayant disposé en croix deux pendules horizontaux (*fig.* 1), à 25^m de profondeur, dans une chambre de température et d'humidité constantes, le Dr Hecker a pu faire deux séries de mesures (³), dont les diagrammes 2 à 5 figurent les résultats quant à l'action lunaire.

(¹) *The rigidity of the Earth*, in *Rivista di Scienza*, t. V.

(²) *Ein Beitrag zur Bestimmung des Starrheits Koeffizienten der Erde*, in *Gerland's Beiträge zur Geophysik*, t. IX.

(³) *Beobachtungen an Horizontalpendeln*, etc., Berlin, 1907. — Voir aussi Ch. Lallemand, *Mouvements et déformations de la croûte terrestre*, Paris, Gauthier-Villars, 1909.

D'autre part, si la Terre était indéformable, la verticale, dans son moyen mouvement semi-diurne sous l'action de la Lune, décrirait une ellipse, dont

Moyen mouvement journalier apparent du pendule sous l'action de la Lune.

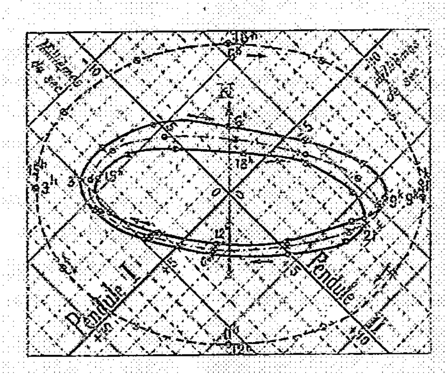


Fig. 2. — Décembre 1902 à mai 1905. Fig. 3. — Août 1905 à juillet 1907.

—— Onde observée. -·-·- Onde semi-diurne observée. - - - - Moyen mouvement semi-diurne, calculé pour une Terre absolument rigide.

Moyen mouvement journalier du pendule sous l'action de la Lune.

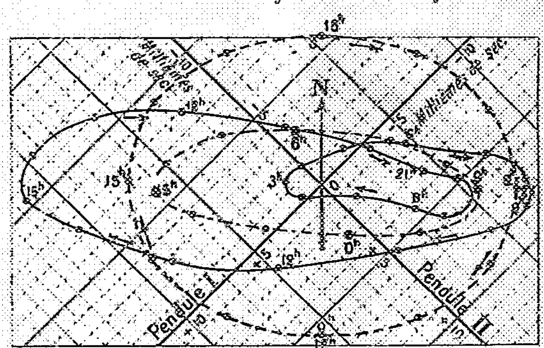


Fig. 4. — Fortes déclinaisons boréales (de + 12° à + 19° N; moyenne + 16° 15′).

Fig. 5. — Fortes déclinaisons australes (de — 12° à — 19° S; moyenne — 16° 20′).

—— Onde observée. -·-·- Onde semi-diurne observée. - - - - Onde semi-diurne théorique calculée pour une Terre indéformable.

j'ai calculé les axes A et B au moyen des formules approchées [1]

$$A = \frac{3}{2}\frac{M}{d_m^3}\left(1 - \frac{1}{2}\sin^2\omega\right)\cos l; \qquad B = \frac{3}{4}\frac{M}{d_m^3}\left(1 - \frac{1}{2}\sin^2\omega\right)\sin 2l.$$

M, masse de la Lune, par rapport à la Terre; d_m, sa moyenne distance, en rayons terrestres; ω, inclinaison de l'écliptique; l, latitude du lieu $= 52°23'$ à Potsdam.

---

[1] On trouvera la démonstration de ces formules dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1910, Notice B : *Les Marées de l'écorce*, etc., par Ch. Lallemand.

En comparant entre elles les amplitudes observées et les amplitudes théoriques correspondantes, on trouve les chiffres suivants :

1° *Moyen mouvement semi-diurne sous l'action de la Lune.*

	Demi-amplitudes en millièmes de seconde (v).			Rapports $\frac{m}{\alpha}$.		
	Déviations théoriques α.	Déviations observées (m). 1re série.	2e série.	1re série.	2e série.	moy. (1).
Sens Est-Ouest...	10v	7v,7	6v,3	0,77	0,63	0,70
Sens Nord-Sud...	8v	3v,0	3v,4	0,37	0,43	0,40
			Moyennes...	0,57	0,53	0,55

2° *Moyen mouvement semi-diurne pour de fortes déclinaisons de la Lune.*

	Demi-amplitudes en millièmes de seconde (v).			Rapports $\frac{m}{\alpha}$.		
		Déviations observées (m).		Déclinaisons		
	Déviations théoriques α.	Déclinaisons boréales +12° à +19°.	Déclinaisons australes −12° à −19°.	boréales.	australes.	Moyennes.
Sens Est-Ouest...	10v	8v,45	6v,2	0,84	0,62	0,73
Sens Nord-Sud...	8v	2v,75	2v,3	0,34	0,29	0,32
			Moyennes...	0,59	0,46	0,53

Pour le sens Est-Ouest, les rapports trouvés diffèrent peu des précédents (0,65 à 0,67); mais, pour le sens Nord-Sud, ils n'en sont guère que la moitié. Cette anomalie tient-elle à l'appareil, à son mode d'installation, ou à la structure de la croûte terrestre autour de Potsdam, ou bien est-elle en relation avec la déformation tétraédrique du globe, la rigidité devant, naturellement, être plus grande dans le sens de l'arête européo-asiatique, dont Potsdam est voisine, dans le sens perpendiculaire? De nouvelles mesures, à faire sur d'autres continents, permettront seules de le dire.

Mais il est un second moyen de mesurer la rigidité du globe. Les pôles terrestres subissent un léger déplacement oscillatoire à la surface du sol. En supposant la Terre absolument rigide, Euler avait trouvé 305 jours pour la

(1) Sous l'action du Soleil, l'un des pendules de Hecker, orienté NE-SO, a accusé une oscillation semi-diurne de ± 2v,5. L'amplitude théorique étant ± 4v,1, le rapport $\frac{m}{\alpha}$ est ici de 0,61.

période de ce mouvement. Or, en fait, la discussion des mesures de variations de latitudes, faites sous les auspices de l'Association géodésique internationale, conduisait Chandler (¹) à admettre une période de 427 jours, que Kimura (²), plus tard, portait à 436 jours. Mais Newcomb (³) a fait voir que la période d'Euler doit s'allonger si la Terre est élastique, et Hough (⁴) a montré que, pour obtenir la période de Chandler, il suffisait d'attribuer au globe, supposé homogène et incompressible, la rigidité de l'acier, $\rho = 7,65$. En 1899 toutefois, Rudzki (⁵), dans la même hypothèse, trouvait une rigidité $\rho = 17$ ou $\rho = 12,5$, selon qu'il tenait compte ou non de la déformation des Océans, et, en 1905, Herglotz (⁶) montrait qu'avec la loi de constitution de Wiechert les mouvements de l'écorce seraient de $\frac{1}{3}$ plus faibles que sur une Terre homogène. La rigidité moyenne atteindrait ainsi 11,7, au lieu de 9,2 dans le second cas. Stapfer (⁷), par une autre méthode, trouve $\rho = 9,5$ pour un globe homogène.

Schweydar a cru pouvoir expliquer ces divergences en admettant des rigidités différentes pour l'écorce et pour le noyau : $\rho = 0,9$ pour la première et $\rho = 20$ pour le second. Il en induit l'existence d'une couche fluide entre les deux; mais Love (⁸) en conteste la possibilité et l'anomalie subsiste entre les deux modes de détermination de l'élasticité du globe.

PHYSIQUE. — *Variation, avec la température, de la biréfringence magnétique des composés aromatiques. Corps surfondus et corps à l'état vitreux.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, transmise par M. J. Violle.

Nous avons fait des mesures sur la variation, avec la température, de la biréfringence magnétique des liquides aromatiques, phénomène que nous avons signalé et dont nous poursuivons l'étude (⁹). De telles mesures sont nécessaires pour qu'on puisse comparer avec fruit les valeurs trouvées pour

---

(¹) *Astronomical Journal*, vol. XI, 1891.
(²) *Harmonic Analysis of the variation of latitudes, during years* 1890-1905.
(³) *Monthly Notices of the R. Astr. Society*, 1892.
(⁴) *Philosophical Transactions*, vol. CLXXXVII, 1896.
(⁵) *Anzeiger der Akad. der Wissensch.*, Cracovie, 1899.
(⁶) *Zeitsch f. Math. und Physik*, 1905.
(⁷) *Sur la rotation de la Terre*, 1909.
(⁸) *The yielding of the Earth to disturbing forces* (*Proc. of the Roy. Soc.*, 1909).
(⁹) *Comptes rendus*, t. CXLV, juillet et novembre 1907, p. 229 et 870; t. CXLVII, juillet 1908, p. 193.

différents corps. Elles sont en outre utiles pour l'explication théorique du phénomène.

Voici les résultats trouvés pour quelques corps : nous décrirons ailleurs les procédés de chauffage et de refroidissement que nous avons appliqués aux liquides, étudiés dans le champ d'un gros électro-aimant Weiss.

I. *Nitrobenzine.* — La biréfringence magnétique a été étudiée pour des températures comprises entre + 6° et + 54°, supérieures par suite au point de fusion (observé + 5°, 5). Deux séries de mesures ont été faites, ce corps nous servant de liquide de comparaison pour l'étude des autres. Elles nous ont fourni des résultats très concordants; ceux que nous donnons ici (2e série) suffiront pour qu'on puisse tracer la courbe bien régulière qui les représente.

Températures	6°,4	14°,1	14°,9	23°,3	31°,3	41°,7	53°,9
Biréfringence magnétique (β) en minutes	128,6	121,4	121	112,8	106,8	99,3	90,9

Cette courbe est presque une droite (¹); mais, bien que les valeurs ne soient déterminées qu'à 1 pour 100 près, on peut affirmer que la courbe est en réalité convexe vers l'axe des températures, la pente s'accentuant faiblement, mais régulièrement, lorsque la température diminue.

II. *Salol.* — Nous avons surtout étudié ce corps à l'état surfondu (entre + 50° et — 17°, point de fusion observé + 41°, 5). Le liquide incolore et très limpide présente une biréfringence magnétique relativement grande (rapport à la biréfringence de la nitrobenzine mesurée à + 16° : 0,62). Sa variation avec la température, plus lente, peut être représentée à moins de 1 pour 100 près par la formule linéaire $\beta = \beta_0(1 - 0,002\,t)$. Quand on refroidit le liquide au-dessous de la température ambiante, il devient de plus en plus visqueux; cette viscosité croissante ne trouble pas l'accroissement lent, mais régulier, de la biréfringence magnétique (²). Au-dessous de — 17°, le liquide extrêmement visqueux se transforme progressivement en un verre transparent, comme le font un certain nombre des corps étudiés par Tammann; mais ce verre était toujours fortement trempé et, vers — 40°, il se fendait brusquement dans le tube à expériences. Nous n'avons pu réussir encore à le refroidir progressivement ou à le recuire, de manière à savoir si, à l'état franchement vitreux, il possède encore la biréfringence magnétique.

(¹) La variation relative pour un degré n'est donc pas rigoureusement constante. La valeur que nous indiquions précédemment (t. CXLVII, p. 193, note 3) à la suite de quelques mesures faites au voisinage de 20° était d'ailleurs trop élevée; le petit modèle d'électro-aimant que nous employions alors s'échauffait notablement par le passage du courant, et les températures n'étaient pas déterminées avec précision.

(²) Notons cependant qu'au voisinage de — 1° notamment, on ne retrouve pas immédiatement le zéro primitif lorsqu'on supprime le courant. Il y a un léger résidu de biréfringence qu'on pourrait attribuer à des erreurs de mesure s'il ne se présentait pas d'une façon systématique et qui paraît s'effacer peu à peu.

III. *Bétol.* — Ce corps fond à une température plus élevée que le salol et se trouve à des températures plus hautes aux états visqueux et vitreux. Il serait donc plus commode, pour les recherches sur les corps à l'état vitreux, si l'apparition de germes cristallins dans la masse un peu grande nécessaire à l'observation ne créait une difficulté nouvelle. Nous avons réussi à la tourner, mais au détriment de la pureté de la matière. Lorsque le bétol a été fortement chauffé à plusieurs reprises, il se présente à la température ordinaire avec l'aspect et la consistance du miel. A 18°, ce corps est très actif, même plus que la nitrobenzine (rapport des deux biréfringences : 1,6) (1). A 0°, sa viscosité est tellement grande, qu'on peut retourner le vase qui le contient sans modifier sa surface : en observant entre deux nicols croisés, on constate encore sa biréfringence magnétique. On continue à l'observer à une température inférieure à — 5° pour laquelle le verre obtenu se brise au choc d'un marteau. Pour des températures plus basses, la trempe nous a empêchés d'observer et *a fortiori* de faire des mesures.

Ces dernières expériences montrent donc que la biréfringence magnétique des composés aromatiques n'appartient pas seulement aux liquides, mais aussi aux corps vitreux. Ce fait n'est pas opposé à l'hypothèse de l'orientation moléculaire, qui nous paraît fournir l'explication la plus simple du phénomène. Elle oblige seulement à supposer que, dans ces corps vitreux, les molécules jouissent d'une certaine liberté d'orientation. Dans cet ordre d'idées, on peut s'attendre à obtenir des résultats différents en étudiant des corps aromatiques à l'état de cristaux : dans les corps cristallisés en effet on est amené à supposer que les molécules ont une orientation (tout au moins une orientation moyenne) parfaitement déterminée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Propriétés magnétiques du carbone et des composés organiques*. Note de M. P. **Pascal**, présentée par M. D. Gernez.

Pour compléter mes recherches sur les propriétés magnétiques des corps simples, j'ai étudié le carbone, que l'on a considéré tantôt comme paramagnétique, tantôt comme diamagnétique.

Du charbon de sucre, exempt de fer et d'hydrogène, préparé avec le plus grand soin, a été étudié à l'aide de l'appareil de Curie. Cet échantillon s'est montré diamagné-

---

(1) Les résidus signalés plus haut s'observent encore dans ces conditions et sont même plus marqués; ils ont pu atteindre 3′ à 6′ pour une biréfringence observée d'environ 150′. Nous rappellerons que les liquides aromatiques purs et non visqueux ne donnent pas de tels résidus; mais nous en avons observé de plus marqués encore en étudiant un collodion épais à base de nitrobenzine.

tique, et d'une susceptibilité spécifique égale à $-5,2.10^{-7}$, celle de l'eau étant prise égale à $-7,5.10^{-7}$. Un chauffage de 6 heures au rouge blanc, dans le vide, n'a pas altéré sensiblement ses propriétés.

Ce travail a été le point de départ d'une série de recherches encore en cours sur les composés organiques et minéraux.

J'avais déjà montré (1) que, lorsqu'un élément magnétique (métal ou oxygène) entrait dans un sel ou un radical complexe, ses propriétés magnétiques s'atténuaient, et même dans certains cas disparaissaient. Il m'a paru intéressant de rechercher si les éléments diamagnétiques gardaient en combinaison les propriétés qu'ils possédaient, pris isolément.

J'indiquerai seulement ici les résultats généraux obtenus avec les composés organiques. Ces résultats confirment l'additivité des propriétés magnétiques déjà signalée par Henrichsen (2) sur un petit nombre de corps de la série grasse, mais modifient notablement certains de ses résultats numériques.

1° Si la loi d'additivité se vérifie, on doit tout d'abord trouver la même susceptibilité spécifique pour les isomères; c'est ce qui arrive en effet lorsque l'isomérie ne modifie pas le nombre et la nature des liaisons entre les divers atomes de la molécule; ainsi on a entre autres couples d'isomères:

Aldéhyde isobutylique...	$-6,59.10^{-7}$	Méthyléthylcétone.......	$-6,63.10^{-7}$
Acétate de phényle......	$-6,12.10^{-7}$	Benzoate de méthyle.....	$-6,08.10^{-7}$
Éthylaniline............	$-7,38.10^{-7}$	Diméthylaniline.........	$-7,41.10^{-7}$

Il semble cependant qu'en passant d'un dérivé primaire au dérivé secondaire, puis tertiaire, le diamagnétisme aille en croissant très légèrement d'une quantité un peu supérieure aux erreurs d'expérience, qui atteignent au plus $\frac{1}{100}$. Ainsi on a par exemple:

Éthylbutylcétone........................	$-7,10.10^{-7}$
Éthylisobutylcétone.....................	$-7,17.10^{-7}$
Éthylbutylcétone tertiaire..............	$-7,20.10^{-7}$
Éthylaniline............................	$-7,38.10^{-7}$
Diméthylaniline.........................	$-7,41.10^{-7}$

2° Si l'on appelle *susceptibilités moléculaire et atomique* les produits des susceptibilités spécifiques par les poids moléculaires et atomiques correspondants, on doit avoir, pour un composé de la forme $A^\alpha B^\beta C^\gamma\ldots$, une sus-

(1) Pascal, *Ann. Phys. et Ch.*, 8e série, t. XVI, 1909, p. 531.
(2) Henrichsen, *Wied. Ann.*, t. XXXIV, 1888, p. 180.

ceptibilité moléculaire donnée par la formule

$$S_M = \alpha S_A + \beta S_B + \gamma S_C + \ldots,$$

où S_A, S_B, ... sont les susceptibilités atomiques des constituants.

Je vais montrer aujourd'hui que l'on peut prendre pour les corps organiques formés d'éléments diamagnétiques les valeurs S_A, S_B, ... déterminées directement ([1]), savoir :

C	$-62,5.10^{-7}$
Cl	$-209,5.10^{-7}$
Br	$-319\ .10^{-7}$
I	$-465\ .10^{-7}$

en y ajoutant les valeurs déterminées indirectement par additivité :

H	$-30,5.10^{-7}$
Az	$-53\ .10^{-7}$

Pour que les chiffres expérimentaux concordent avec les nombreux calculs, il faut tenir compte des liaisons multiples entre atomes de carbone. Dans une chaîne ouverte, les doubles liaisons diminuent très nettement le diamagnétisme; mais, quand elles s'accumulent dans une molécule, les deux premières seules ont un effet sensible. On a par exemple pour susceptibilités moléculaires :

		Calculées sans doubles liaisons.
Octylène	-932.10^{-7}	-988
Diméthyl 2.4 hexadiène 2.4	-814.10^{-7}	-927
Diméthyl 2.6 nonatriène 2.6.8	-1233.10^{-7}	-1336

On obtient des résultats analogues avec les séries polyméthyléniques.

Chose remarquable, les composés benzéniques se comportent, au point de vue magnétique, comme s'ils n'avaient pas de doubles liaisons, mais des carbones tertiaires. Il faut en effet majorer de 15 unités par noyau benzénique la susceptibilité moléculaire calculée par additivité. Un résultat analogue obtenu par l'étude des chaleurs de combustion semblerait devoir faire admettre la formule représentative de Claus, de préférence à celle de Kékulé.

Les règles énoncées ci-dessus résultent de la comparaison des susceptibilités moléculaires observées avec les valeurs calculées pour un certain nombre de groupes de composés.

Pour le benzène, le toluène, le chlorobenzène, le bromobenzène, le tri-

([1]) Pascal, *Comptes rendus*, t. CXLVII, n° 24, 1908, p. 1290.

chlorobenzène et le chlorure de phényle, j'ai constaté que la différence des deux valeurs ne dépasse pas le centième. Il en est de même pour les groupes suivants :

Méthylamine, diéthylamine, butylamine, dibutylamine, tributylamine, amylamine, diamylamine, triamylamine, propylènediamine;

Cyanogène, cyanure de propyle ;

Aniline, méthylaniline, toluidine, diméthylaniline, éthylaniline, phénylhydrazine.

L'introduction d'une fonction oxygénée dans la molécule produit une perturbation très nettement caractéristique de cette fonction. Mais j'ai reconnu qu'à la condition de donner à l'oxygène une susceptibilité atomique variable avec le groupement fonctionnel où il figure, la loi d'additivité se vérifie encore parfaitement.

Il y a également lieu de signaler l'effet de l'accumulation des halogènes sur le même carbone ou sur des carbones voisins, surtout dans les premiers termes des séries homologues de la série grasse; elle a pour effet de masquer partiellement le diamagnétisme de l'halogène.

Enfin, outre l'intérêt que peut présenter cette étude magnétique de la constitution des composés organiques, on peut espérer qu'elle permettra d'atteindre indirectement certains éléments, comme l'hydrogène et l'azote, que j'ai dû laisser de côté lors de l'étude des gaz liquéfiés [1]. Si la susceptibilité spécifique S de ces gaz se conserve en combinaison, on a pour elle et pour la susceptibilité Σ à 0° et sous la pression normale, les valeurs suivantes :

	S.	Σ.
H...............	$-30,5.10^{-7}$	$2,73.10^{-10}$
Az..............	$-3,79.10^{-7}$	$-4,76.10^{-10}$

qu'il serait fort intéressant de pouvoir retrouver directement.

Je complète ces recherches sur les composés organiques et les étends aux sels métalliques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la chaleur latente de fusion et la chaleur spécifique de l'acide propionique.* Note [2] de MM. **G. Massol** et **M.-A. Faucon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'acide dont nous nous sommes servis, purifié par plusieurs cristallisations successives, fond à $-19°,8$.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 413.

(2) Présentée dans la séance du 26 juillet 1909.

Chaleur latente de fusion. — Nous nous sommes adressés aux deux méthodes expérimentales classiques et à deux méthodes indirectes capables de nous donner quelques indications sur la valeur probable de la chaleur de fusion.

Méthodes expérimentales. — 1° Nous avons plongé dans l'eau du calorimètre une fiole renfermant une certaine quantité d'acide propionique que nous avions maintenu solide au-dessous de —20° pendant plus de 3 heures. Nous avons trouvé comme moyenne de plusieurs expériences $23^{Cal},35$ pour 1^g, soit $1^{Cal},728$ pour $1^{mol} = 74^g$ (en adoptant comme chaleur spécifique moyenne de l'acide liquide 0,535). Une expérience faite avec l'acide solidifié depuis quelques instants a donné un chiffre un peu moins élevé : 22^{Cal} pour 1^g, soit $1^{Cal},628$ pour $1^{mol} = 74^g$.

2° Nous avons dissous dans l'eau du calorimètre, successivement l'acide liquide et l'acide solide pris à une température très voisine de la température de fusion ; nous avons obtenu :

Chaleur de dissolution de

$C^3H^6O^2$ liq. (74^g à $-19°,8$) + H^2O liq. (100^{mol} à $+22°$) = $C^3H^6O^2$ diss.	+ $450^{cal},95$
$C^3H^6O^2$ sol. (74^g à $-23°$) + H^2O liq. (100^{mol} à $+22°$) = $C^3H^6O^2$ diss.	− 960,70

Chaleur de fusion de

$C^3H^6O^2$ (pur = 74) .... −1411,65

soit pour $1^g = 19^{Cal},07$.

Méthodes indirectes. — 1° Si l'on combine la deuxième loi cryoscopique de Raoult [1]

$$\frac{K}{M} = K' \tag{1}$$

avec la loi de van't Hoff

$$\frac{0,01988\,T^2}{L} = K, \tag{2}$$

on aura

$$\frac{0,01988\,T^2}{LM} = K', \tag{3}$$

qui permet de calculer la chaleur latente de fusion si l'on connaît la constante K'. Cette valeur n'est pas connue pour l'acide propionique, mais elle a été déterminée expérimentalement pour l'acide formique (0,63) et pour l'acide acétique (0,65). En adoptant pour K' ce dernier chiffre, on obtient pour L la valeur $26^{Cal},7$; si l'on prenait $K' = 0,67$, on aurait

$$L = 25^{Cal},68 \qquad (T = 273° - 19°,8 = 253°,2 \text{ et } M = 74).$$

---

[1] Raoult, *Comptes rendus*, t. XCV, 27 novembre 1882.

2° M. de Forcrand (¹) a donné la relation

$$\frac{(l+s)M}{T} = 30,$$

dans laquelle s est la chaleur latente de fusion de 1g de substance. En appliquant la formule aux acides gras, il donne comme chiffres les plus probables :

Acide formique	29,86
Acide acétique	31,63
Acide butyrique	28,84

Nous pouvons donc prendre la moyenne générale 30, qui est certainement très rapprochée, et en tenant compte (²) de ce que la molécule d'acide propionique-vapeur à sa température d'ébullition est égale à $(C^3H^6O^2)^{1,56}$ et en prenant pour chaleur latente de vaporisation le nombre 90Cal,43 déterminé par l'un de nous (²), nous trouvons, pour la chaleur latente de fusion de 1g, 30Cal,46.

Les nombres trouvés expérimentalement (23Cal,35 et 19Cal,07) sont plus faibles que ceux que permettent de calculer les relations employées (26Cal,7 et 30Cal,46). Ce fait est général et a été constaté notamment par Person (cires), Berthelot (³) (hydrate de chloral), de Forcrand (⁴) (aniline); tous ces auteurs sont d'accord pour l'attribuer à ce que les corps récemment solidifiés n'ont pas encore atteint leur état définitif d'équilibre et que la chaleur latente de fusion ne se dissipe que progressivement, quelquefois pendant un temps assez long qui peut atteindre plusieurs mois.

Chaleur spécifique. — Un autre résultat que nous avons pu déduire de nos expériences présente également une certaine anomalie : la chaleur spécifique de l'acide liquide a été trouvée plus faible que celle de l'acide solide :

Acide solide	0,728 (entre — 46° et — 19°,8)
Acide liquide	0,535 (Schiff) (⁵), 0,5359 (Guillot) (⁶) (entre + 15° et + 110°)

M. de Forcrand (⁷) a trouvé un résultat analogue pour l'aniline

(¹) De Forcrand, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVIII, 1903, p. 384-545.
(²) Faucon, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 30 mars 1908.
(³) Berthelot, *Mécanique chimique*, t. I, p. 283.
(⁴) De Forcrand, *loc. cit.*
(⁵) Schiff, *Ann. der Chemie*, t. CCXXXIV, 1886, p. 144.
(⁶) Guillot, *Thèse École de Pharmacie de Montpellier*, 1895, p. 25.
(⁷) *Loc. cit.*

(liq. = 0,484; sol. = 0,736), et M. Guillot ([1]) avait trouvé, dans notre laboratoire, pour l'acide acétique (liq. = 0536; sol. = 0,618).

On peut expliquer ces anomalies par la même cause exposée plus haut.

Conclusions. — 1° La chaleur latente de fusion de l'acide propionique telle que nous l'avons obtenue expérimentalement, après 3 heures de solidification, est égale à $23^{Cal},35$ (pour 1^g).

Les relations générales de Raoult, van't Hoff et de Forcrand donneraient les nombres théoriques plus élevés : $26^{Cal},7$ et $30^{Cal},36$.

2° La chaleur spécifique à l'état solide, prise entre $-46°$ et $-19°,8$, a été trouvée égale à 0,728, c'est-à-dire supérieure à la chaleur spécifique à l'état liquide.

Ces différents résultats trouvent leur explication dans ce fait que, pour les corps récemment solidifiés, la mise en liberté de la chaleur latente n'est pas complète.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés éthyléniques à fonction azotée.* Note de M. G. **Busignies**, présentée par M. É. Jungfleisch.

Les nombreuses recherches de Grignard (*Annales de l'Université de Lyon*), de Masson (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 534), de Klages (*Berichte*, t. XXXVII, p. 225, 453, 659, 1351, 1429, 1447), de Hell (*Berichte*, t. XXXVII, p. 230), etc., ont montré que, quand on fait réagir sur les cétones simples les dérivés organomagnésiens dérivés des alcoylhalogénés dont le groupement halogéné est un CH^2 ou un CH, on obtient des alcools tertiaires.

Si l'on étend la réaction aux cétones à fonction hydroxylée, on obtient, non pas l'alcool tertiaire attendu, mais le produit de déshydratation de cet alcool, c'est-à-dire un composé éthylénique dont la double liaison s'établit entre l'atome de carbone primitivement halogéné et le carbone cétonique.

Sur les conseils de M. Lemoult, je me suis proposé de voir si la réaction suivrait le même cours quand, au lieu d'employer les cétones hydroxylées, on emploierait les cétones amidées ou amidoalcoylées. On devait, très vraisemblablement, obtenir des produits basiques azotés à fonction éthylénique, inconnus jusqu'ici, dont je me proposais de faire l'étude et que M. Lemoult

---

([1]) *Loc. cit.*

voulait étudier au point de vue thermochimique. L'expérience a confirmé cette supposition et j'ai obtenu les amines éthyléniques attendues.

Les premiers essais ont été faits en employant comme matière première la tétraméthyldiamidobenzophénone et n'ont donné que des résultats peu encourageants. La cétone initiale est en effet très peu soluble dans l'éther, et, si l'on dispose l'appareil avec une allonge qui contient ce produit de manière que l'éther condensé le dissolve peu à peu, l'opération est interminable et le dérivé magnésien s'altère avant d'avoir réagi en quantité notable. On est alors conduit à ajouter brusquement la cétone au dérivé organomagnésien éthéré et faire bouillir vigoureusement de manière à mettre les réactifs en contact.

On parvient ainsi à obtenir une meilleure utilisation des réactifs Grignard; mais néanmoins la masse brute obtenue exige toujours un traitement assez long pour séparer l'un de l'autre, par précipitations fractionnées, la cétone initiale et le produit amino-éthylénique formé, qui ont des propriétés assez voisines. Par ce procédé, à partir de l'iodure de méthyle et de l'iodure d'éthyle, j'ai obtenu avec la cétone de Michler les deux composés

$$CH^2 = C = [C^6H^4 - N - (CH^3)^2]^2 \quad \text{et} \quad CH^3 - CH = C = [C^6H^4 - N - (CH^3)^2]^2$$

fondant respectivement à 115° et 99°.

Sur ces entrefaites, MM. Freund et Mayer publièrent, dans les *Berichte*, t. XXXIX, p. 1118, une courte Note relative à l'action des méthyl et éthyliodures de magnésium sur la tétraméthyldiamidobenzophénone. « Espérant obtenir des dérivés à fonction alcool en vue de recherches physiologiques », ils trouvèrent les mêmes composés éthyléniques que j'avais préparés et paraissent avoir abandonné ce sujet.

J'ai pu alors continuer en toute sécurité l'étude que j'avais commencée; je l'ai appliquée en prenant comme matières premières, d'une part, les iodures de méthyle, d'éthyle et d'isoamyle, ainsi que le chlorure de benzyle, et, d'autre part, la diméthylamidobenzophénone, la cétone de Michler et la tétraéthyldiamidobenzophénone. Dans tous les cas, j'ai obtenu des bases éthyléniques ayant tantôt un, tantôt deux groupes aminodialcoylés. Voici les produits obtenus :

	Fondant à	
p-diméthylamidodiphényléthène	47°	(dissymétrique)
p-diméthylamidodiphénylpropène	91	»
pp-tétraméthyldiamidodiphényléthène	115	»
pp-tétraméthyldiamidodiphénylpropène	99	»
Isoamylidène-tétraméthyldiamidodiphénylméthane	61	»
pp-tétraéthyldiamidodiphényléthène	102	»
pp-tétraéthyldiamidodiphénylpropène	56	»

Dans un seul cas, chlorure de benzyle et diméthylamidobenzophénone, le dérivé

alcoolique intermédiaire a pu être isolé. C'est le

	Fondant à
Diméthylamidodiphénylbenzylcarbinol........	131°-132°

La nature éthylénique des composés obtenus plus haut est parfaitement démontrée par la propriété qu'ils présentent de fixer 2^{at} d'hydrogène pour donner des composés saturés dont quelques-uns sont connus et dont quelques autres ont été ainsi préparés pour la première fois et pourraient être obtenus par condensation directe d'aldéhydes appropriés ou de leurs acétals avec les amines cycliques tertiaires. Parmi eux je citerai :

	Fondant à
pp-tétraméthyldiamidodiphényléthane.............	67°
pp-tétraméthyldiamidodiphénylpropane............	50
pp-tétraméthyldiamidodiphényl-phényléthane.......	127
pp-tétraéthyldiamidodiphényléthane...............	45

Les composés éthyléniques et les composés saturés qui en dérivent sont doués de propriétés basiques très marquées; ils sont insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques et dans les acides étendus (même l'acide acétique) en donnant des sels et des sels doubles que je décrirai ultérieurement.

BOTANIQUE. — *Remarques sur l'évolution nucléaire et les mitoses de l'asque chez les Ascomycètes.* Note (¹) de M. A. **Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous avons étudié, il y a quelques années, les mitoses de l'asque dans *Humaria rutilans*, *Peziza*, *Catinus* et *Pustularia vesiculosa*.

Dans les deux premières espèces, nous avions compté 16 chromosomes. La prophase de la première mitose est précédée de stades synapsis très nettement caractérisés. A la plaque équatoriale, on observe 16 chromosomes en forme de V ou de O que nous supposions résulter d'une première fissuration incomplète qui se produirait au début de la prophase. Ceux-ci paraissent subir à la métaphase une division longitudinale. A la seconde mitose, les 16 chromosomes réapparaissent sur la plaque équatoriale avec leur forme de V et semblent se diviser à la métaphase par simple séparation des deux branches du V, ce qui consisterait donc en l'achèvement de la fissuration commencée au début de la première mitose. La troisième mitose semble présenter encore 16 chromosomes à la prophase et l'anaphase ; mais ceux-ci étant très allongés et très enchevêtrés, il ne nous avait pas été possible d'observer leur mode de partage. Nous avions

(¹) Présentée dans la séance du 26 juillet 1909.

conclu que ces mitoses devaient être précédées d'une réduction numérique des chromosomes et semblaient accompagnées d'une réduction quantitative de la chromatine. Dans *Pustularia vesiculosa*, nous avions observé les mêmes phénomènes, mais les chromosomes, au nombre de 8, sont trop petits pour qu'on puisse observer leur partage.

Depuis, Harper est arrivé à des résultats à peu près analogues dans *Phyllactinia corylea*. Il admet qu'une première réduction numérique s'effectue aussitôt après la conjugaison qui a lieu au début du périthèce et que le synapsis de la première mitose de l'asque correspondrait à une seconde réduction numérique nécessitée par la fusion nucléaire des jeunes asques.

Cependant Fraser a obtenu récemment des résultats différents dans *H. rutilans*.

Dans les deux premières mitoses, cet auteur observe les mêmes faits que nous, mais les interprète différemment.

Selon lui, les chromosomes se divisent transversalement dans la première mitose et subissent, par conséquent, une réduction qualitative. Au contraire, pour ce qui concerne la troisième mitose, les observations de Fraser s'écartent notablement des nôtres. D'après cet auteur, il s'effectuerait, au cours de cette mitose, une deuxième réduction numérique des chromosomes. A la prophase, les 16 chromosomes réapparaîtraient, mais ceux-ci se répartiraient entre les deux pôles sans subir de partage, pour constituer deux noyaux à 8 chromosomes seulement. Fraser admet que le synapsis de la première mitose correspond à la réduction numérique des chromosomes, nécessitée par la conjugaison (de l'origine du périthèce), tandis que la deuxième réduction est en rapport avec la fusion nucléaire de l'asque.

Dans *P. vesiculosa,* Fraser et Welsford observent une première mitose analogue à celle que nous avions décrite, précédées d'un stade synapsis et avec 8 chromosomes, mais ils constatent, dès la seconde mitose, une réduction numérique en rapport avec la fusion nucléaire des jeunes asques; cette réduction s'accomplit d'une manière différente de celle que Fraser a observée dans *H. rutilans*. La deuxième mitose est précédée d'un stade synapsis où les chromosomes se soudent deux à deux pour donner à la plaque équatoriale seulement 4 chromosomes.

Ces résultats nous ont déterminé à examiner de nouveau nos préparations d'*H. rutilans*, de *P. vesiculosa* et *P. Catinus* à reprendre l'étude de *Galactinie succosa,* pour essayer de vérifier les observations de ces auteurs.

Relativement à l'*H. rutilans,* en ce qui concerne la seconde réduction numérique qui, selon Fraser, s'effectuerait au cours de la troisième mitose, nous n'avons constaté aucun fait manifestement favorable à l'opinion de cet auteur.

Dans *P. vesiculosa* et *P. Catinus,* nous avions dans nos anciennes préparations toute la série des stades des trois mitoses de l'asque, et ceux-ci étaient très nombreuses, de telle sorte qu'il nous a été facile de compter exactement le nombre des chromosomes dans les trois mitoses. En outre, les chromosomes étant moins nombreux que dans

H. rutilans et plus petits, leur numération est beaucoup plus facile. Or, notre nouvel examen de *P. vesiculosa* confirme entièrement les résultats auxquels nous étions arrivés précédemment, et nous sommes en mesure d'affirmer de la manière la plus précise que le nombre des chromosomes reste de 8 à l'anaphase des trois mitoses successives de l'asque et qu'il ne s'y effectue par conséquent aucune réduction numérique. Les résultats de Fraser et Welsford sont donc ici manifestement inexacts.

En outre, nous avons pu constater en examinant de nouveau nos préparations de *Peziza Catinus,* que le nombre des chromosomes, qui est de 16 à la prophase et à l'anaphase de la première mitose, reste constant et ne subit aucune réduction numérique au cours des deux dernières mitoses de l'asque.

Enfin, l'étude que nous avons faite de *Galactinia succosa* confirme ces résultats. On se souvient que Maire a compté 4 chromosomes dans cette espèce. Selon cet auteur, ces 4 chromosomes subissent à la métaphase de la première mitose deux partages successifs (en vue de leur réduction quantitative), ce qui porte leur nombre à 8 aux deux pôles de l'anaphase. Dans la deuxième mitose, ces 8 chromosomes réapparaissent à la prophase et se répartissent entre les deux pôles sans subir de division, de sorte qu'à l'anaphase on ne compte plus que 4 chromosomes à chaque pôle. Nous avions étudié cette espèce après Maire, et nos observations semblaient favorables à l'opinion de cet auteur, mais nos préparations étaient insuffisantes pour nous permettre de nous prononcer d'une manière précise. A la suite des travaux de Fraser et Welsford, nous nous sommes demandé s'il ne se produirait pas dans *G. succosa* une deuxième réduction numérique des chromosomes à la seconde mitose, laquelle aurait été vue, mais mal interprétée par Maire.

Les résultats que nous venons d'obtenir ne concordent pas avec ceux de Maire. Contrairement à l'opinion de cet auteur, les chromosomes sont au nombre de 8 et non de 4, à la plaque équatoriale de la première mitose, seulement ils apparaissent souvent agglomérés en une masse confuse, ce qui fait qu'il est difficile de les compter. Cette espèce semble présenter les mêmes processus que *Pustularia vesiculosa*.

Ces résultats sont donc en contradiction avec les conclusions de Fraser et Welsford : en dehors de l'*H. rutilans* (où il ne paraît pas possible de compter d'une manière suffisamment précise le nombre des chromosomes à l'anaphase de la troisième mitose), aucune des trois autres espèces que nous avons étudiées n'offre la seconde réduction numérique constatée par ces auteurs au cours de la seconde ou de la troisième mitose de l'asque.

BOTANIQUE. — *Sur la croissance des* Fucus. Note de M. **P. Hariot**, présentée par M. L. Mangin.

Les données que l'on possède jusqu'à ce jour sur la croissance des *Fucus* sont contradictoires, pour ne pas dire presque nulles. Il nous a semblé que la facilité offerte pour les observations de Biologie maritime par le Laboratoire du Muséum installé dans l'île

de Tatihou, près Saint-Vaast-la-Hougue, pouvait se prêter à des recherches qui tôt ou tard permettraient de fixer nos connaissances à ce sujet.

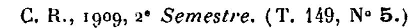
Outre l'intérêt que la durée de croissance des *Fucus* peut présenter pour l'algologie proprement dite, il en est un autre d'ordre économique. On sait que, sur nos côtes de l'Ouest, les *Fucus* sont activement recherchés comme engrais pour l'amélioration des terres. Des arrêtés administratifs fixent l'époque pendant laquelle la récolte et la coupe peuvent en être pratiquées. A Tatihou, dans le courant du mois de septembre, on peut voir chaque jour de nombreuses voitures qui profitent de la marée basse pour traverser la chaussée du Rhun et se livrer à la récolte de ces algues.

D'une façon générale, les Fucacées sont connues sous les noms de *Goëmons* et de *Varechs*. Les *Fucus vesiculosus*, *platycarpus* et plus spécialement le *Fucus serratus* portent le nom de *Feuilles de chêne*. L'*Ascophyllum nodosum*, particulièrement recherché, est désigné sous l'appellation de *Robert*. Les Laminaires, qui vivent à des zones habituellement très basses, sont appelées des *Vélingues*. Quant aux Zostères, peu estimées en raison de la lenteur avec laquelle leurs tissus se décomposent, à Saint-Vaast comme dans toute la Bretagne et la Normandie maritime, les prairies qu'elles forment sont bien connues sous le nom d'*Herbiers*.

En Bretagne, là où abondent les Mélobésiées, on les recueille sous la désignation de *Maerl* pour l'amendement des terres. Elles apportent de la chaux aux terres granitiques pauvres et peu fertiles. Ce n'est pas le cas à Saint-Vaast où ces algues calcaires ne sont pas assez répandues et où certaines d'entre elles (*Lithothamnion coralloides* appelé *Petites Croix*) ne peuvent se procurer que par le dragage et ne sont rapportées que dans les chaluts des pêcheurs. Des recherches sur la croissance de ces algues seraient du plus haut intérêt.

Lors d'un séjour à Tatihou, le 19 novembre 1908, nous avons gratté deux rochers recouverts de *Fucus vesiculosus* et *platycarpus*. L'un de ces rochers, facile à observer à marée basse, même dans les circonstances les moins favorables, se trouve dans l'avant-port; l'autre est situé en dehors et à peu de distance. Nous avons fait subir la même opération à l'une des parois de l'avant-port. M. Liot, l'intelligent et dévoué gardien du Laboratoire, doublé d'un excellent observateur, a bien voulu se charger de vérifier de temps à autre le résultat de nos opérations.

Les rochers que nous avions dénudés se sont d'abord recouverts d'une couche d'algues vertes (*Ulva* et *Enteromorpha*). Ce n'est que quand cette première végétation eut pris fin que de jeunes *Fucus* ont commencé à se montrer, environ 6 mois après le grattage, vers le commencement de juin. Le 9 juillet dernier, sur le rocher de l'avant-port, les jeunes pousses étaient hautes de 5^{mm} à 6^{mm}; sur l'autre de 3^{mm} à 4^{mm} seulement. Quant à la paroi du





port, elle était à cette époque encore vierge de toute végétation de nature algologique. Des touffes de *Fucus* coupées au ras du rocher n'ont commencé à repousser que vers le mois de janvier et atteignent actuellement de 4^{cm} à 5^{cm}.

Nous avons l'intention de continuer ces recherches par le grattage de rochers situés plus au large et plus battus par les vagues.

Ce que nous avons observé jusqu'ici nous porterait à croire que la croissance des *Fucus* est plutôt lente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la stérilisation par les rayons ultra-violets. Application à l'industrie beurrière.* Note de MM. **Dornic** et **Daire**, présentée par M. A. Müntz.

La rancissure rapide et prématurée du beurre est due à des microbes (*B. fluorescens liquefaciens, Oidium lactis, Micrococcus acidi lactici Kruger, B. microbutyricus liquefaciens, B. prodigiosus, Cladosporium butyri, B. aerogenes, Streptothrix alba, Streptothrix chromogena, Penicillium glaucum*, etc.), ainsi qu'il résulte des travaux classiques de Sommaruga (*Zeitsch. für Hyg.*, t. XVIII, 1894, p. 441), de de Reimann (*Centralb. für Backt.*, t. II, 1900, p. 131), de Jensen (*Annuaire agricole de la Suisse*, 1901).

L'origine des plus dangereux de ces microbes est assez rarement le lait lui-même, mais bien plutôt l'eau qui sert au lavage des récipients et au délaitage du beurre et qui peut être contaminée par des infiltrations provenant de purins, de porcheries, de fromageries ou de caséineries.

La pasteurisation des crèmes, qui détruit les germes nuisibles apportés par le lait, est illusoire si, ultérieurement, on doit laver le beurre avec une eau contenant des bactéries capables de provoquer la rancissure.

Nous avons essayé successivement pour la stérilisation de l'eau tous les procédés aptes à procurer les grandes quantités nécessaires à une industrie laitière (5 à 6 fois le volume du lait traité). Les filtres ordinaires donnent des résultats mauvais et inconstants; les filtres à bougies ne procurent pas une sécurité suffisante, ni un débit assez élevé. On ne peut songer pratiquement à la chaleur, ni aux antiseptiques usuels. Seule la stérilisation par l'ozone donne de bons résultats, mais l'installation est coûteuse et le fonctionnement parfait n'est obtenu que grâce à une surveillance constante, qui cesse d'être pratique pour le personnel des beurreries.

A la suite de la récente Communication de MM. Courmont et Nogier,

nous avons entrepris des expériences de stérilisation industrielle de l'eau par les rayons ultra-violets, dans le but d'utiliser l'eau ainsi traitée pour le lavage du beurre de crème pasteurisée.

Notre appareil se compose d'une cuve en bois entièrement doublée de verre et divisée en quatre compartiments par des cloisons de verre de hauteur inégale, qui ont pour but de provoquer le brassage de l'eau (l'aération de l'eau joue un rôle important, car elle permet la production d'une plus grande quantité d'ozone et une stérilisation plus complète).

Le couvercle de la cuve est percé de deux orifices dans lesquels s'engagent deux lampes quartz fournies par la Quartzlampen-Gesellschaft (modèle 220 volts, $3^{amp},5$). La caractéristique de cette installation est que les lampes ne sont pas plongées dans l'eau.

L'appareil débite de 1800^l à 3000^l à l'heure, ce qui correspond aux besoins d'une laiterie traitant environ 5000^l à 20000^l de lait par jour, suivant que l'on emploie à tous les usages, ou simplement au lavage du beurre, l'eau traitée par l'appareil.

Nous ne sommes pas arrivés avec cette installation à une stérilisation absolue; mais, dans plusieurs des expériences que nous poursuivons depuis trois mois, la réduction du nombre des bactéries a été très prononcée. Dans toutes, les résultats obtenus pour la conservabilité du beurre ont été fort encourageants.

Pour une eau souillée artificiellement par *B. fluorescens liquefaciens* et *Micrococcus prodigiosus* et qui contenait 11000 bactéries par centimètre cube, nous avons réduit ce nombre à 45 colonies après traitement.

La Société française d'Électricité A. E. G. met à notre disposition des nouveaux modèles de lampes fonctionnant immergées et qui nous donneront probablement des résultats au moins aussi bons.

Nous avons fabriqué du beurre par les procédés habituellement employés à la Laiterie coopérative de Surgères (pasteurisation de la crème à 75°-80° C. pendant 5 minutes, refroidissement instantané à 15°-16°, ensemencement avec cultures pures de ferments lactiques, fermentation de 18 heures environ, barattage et enfin lavage du beurre dans la baratte à deux reprises, alors qu'il est encore en grains très fins).

Pour donner une idée de la réduction du nombre de bactéries dans ces expériences, nous dirons que dans l'une d'elles l'eau contenait à l'origine 220 colonies par centimètre cube, dont 15 liquéfiantes.

Après traitement, on trouvait 20 colonies par centimètre cube et 0 liquéfiantes.

Dans un autre essai, on passait de 495 colonies et 30 liquéfiantes à 20 et 2 liquéfiantes.

Les espèces qui liquéfient la gélatine, et surtout *B. fluorescens liquefaciens* qui est très fréquent dans les eaux, sont des plus dangereuses pour le beurre, et nous attribuons les bons résultats que nous avons obtenus à leur disparition ou à leur diminution très nette.

Les échantillons de beurres témoins, lavés à l'eau ordinaire, se sont montrés nettement rances après 8 jours de conservation à la température normale du laboratoire (en juin) et sans aucune précaution spéciale.

Les beurres provenant des mêmes crèmes et des mêmes fabrications, mais lavés avec

l'eau traitée, ont été dégustés après un mois par des personnes compétentes, qui les ont jugés comme beurres frais de 2 à 3 jours.

Normalement, nous avons augmenté en moyenne de 3 semaines la durée de conservabilité des beurres.

Ces résultats se rapportent à une fabrication industrielle journalière de 400^{kg} de beurre et sont par conséquent d'un grand intérêt pratique.

Nous ne pensons pas qu'il y ait possibilité actuelle de stérilisation direct du beurre par les rayons ultra-violets, en raison de son opacité et surtout de l'odeur et du goût de suif qu'il acquiert presque instantanément au contact de l'ozone produit par les lampes. Il en est de même pour la crème et, dans une certaine mesure, pour le lait.

La stérilisation du lait sans immersion de la source des rayons, telle que l'ont obtenue MM. V. Henri et Stödel, ne semble pas, sous cette forme, devoir sortir des laboratoires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'existence des carbonophosphates dans le lait. Leur précipitation par la pasteurisation.* Note de M. **A. Barillé**, présentée par M. A. Dastre.

Cette Note a pour but de démontrer l'existence dans le lait du carbonophosphate de calcium, composé que la pasteurisation dissocie, tandis que ses constituants insolubles se précipitent.

Les carbonophosphates, instables comme nous l'avons indiqué ([1]), se dédoublent en phosphate bicalcique et en carbonate correspondant.

Pour mettre en évidence ces deux membres de l'association carbonophosphatée, le lait emprésuré a été soumis à l'étuve, pendant 24 heures, à la température de 50°, suffisante pour déterminer la dissociation sans amener la coagulation des albumine et globuline lactées. Le microscope permet de déceler, dans ce liquide centrifugé, des lamelles de phosphate bicalcique accompagnées de granulations de carbonate calcique, *sédiments qui n'existent pas dans les laits pasteurisés*, comme nous allons le voir.

Le gaz carbonique a été extrait du lait à l'aide d'un appareil que nous avons dénommé *carbonodoseur*. Le gaz dégagé à 50° y est absorbé par une dissolution ammoniacale d'hydrate de baryte, puis le précipité obtenu, recueilli et lavé à l'abri de l'air, est ensuite transformé en chlorure de baryum. Enfin la dissolution, évaporée à siccité, est dosée par le nitrate d'argent en présence d'un excès de chromate de potasse.

Cette première opération indique la quantité de gaz issu de la dissociation carbono-

([1]) *Comptes rendus*, 12 octobre 1903 et 8 février 1909.

phosphatée et celle existant normalement en dissolution dans e lait. Par une seconde opération on obtient, après avoir ajouté de l'acide tartrique, un nouveau dégagement gazeux provenant des carbonates normaux et de dissociation.

L'analyse des phosphates, effectuée à l'état de P^2O^5, donne, dans chaque lait, les phosphates insolubles α, les phosphates solubles β et les carbonophosphates γ.

Par un premier dosage, fait directement sur le lait pur, nous avons $\alpha+\beta+\gamma$. Le petit-lait filtré, issu de la caséification (le caséum entraînant le caséinophosphate de calcium) est divisé en deux parts. Dans la première, on a le P^2O^5 des phosphates solubles β et des carbonophosphates γ; dans la deuxième, portée à l'ébullition et filtrée, on a les phosphates solubles β.

	Lait du départ[t] de S.-et-M.	Laits commerciaux pasteurisés vendus à Paris.			Vacherie à Paris.		Vacherie près de Paris.		Vacherie à Paris.	
					Fraîchement trait.	Le même pasteurisé par nous.	Trait devant nous.	Le même pasteurisé par nous.	Fraîchement trait.	Le même soumis aux rayons ultra-violets.
Éléments dosés.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.	N° 5 *bis*.	N° 6.	N° 6 *bis*.	N° 7.	N° 7 *bis*.
Densité à 15°.....	1030,4	1030	1031	1032	1031,8	»	1029,7	»	1029	»
Beurre par litre..	42^g,50	36^g	38^g	33^g,2	24^g,25	^{g} »	41^g	^{g} »	33^g,04	^{g} »
Acide phosphorique par litre, exprimé en P^2O^5.										
P^2O^5 des phosphates insolubles α.	0,812	0,728	0,767	0,750	0,521	0,690	0,666	0,882	0,660	0,710
P^2O^5 des phosphates solubles β..	0,677	0,519	0,711	0,640	0,540	0,630	0,530	0,598	0,350	0,370
P^2O^5 représentant les carbonophosphates de Ca et de Mg γ........	0,214	0,045	0,011	0,050	0,372	0,079	0,372	néant	0,210	0,190
Acide carbonique par litre.										
1° Libre et à l'état de carbonophosphates........	0,052	0,046	0,043	0,064	0,078	0,068	0,132	0,075	0,091	0,080
2° Des carbonates et des carbonates de dissociation...........	0,136	0,076	0,072	0,021	0,140	0,065	0,173	0,042	0,148	0,107

En examinant le Tableau ci-dessus, on voit que la précipitation des carbonophosphates a été pour ainsi dire complète dans les trois laits pasteurisés

du commerce. Ces mêmes résultats ont été obtenus également avec deux laits de vache, 5 *bis* et 6 *bis*, traits en notre présence et pasteurisés à 70°. En outre, le dosage carbonique y accuse une forte diminution qui demeure en rapport avec la précipitation des carbonophosphates.

Nous pouvons donc conclure qu'il existe dans le lait une combinaison carbonophosphatée facilement dissociable et, question connexe, que la pasteurisation décompose cette combinaison en déterminant une décalcification partielle en même temps qu'une déminéralisation phosphatée.

Par suite de la transformation des phosphates, la perte réelle se réduit dans les laits 5 *bis* et 6 *bis* au $\frac{1}{7}$ et au $\frac{1}{5}$ du P^2O^5 total. En effet, la pasteurisation augmente la proportion des phosphates insolubles α d'une quantité provenant en partie de la précipitation du phosphate bicalcique (boues des laits pasteurisés, pellicule des laits bouillis et matière solide tapissant le fond des récipients). Par contre, elle n'apporte comme gain qu'une légère augmentation des phosphates β due à la faible solubilité du phosphate bicalcique.

Ces résultats conservent encore une certaine importance; ils correspondent par litre, pour le lait 6 *bis*, à une précipitation de $0^g,734$ de phosphate bicalcique et de $0^g,214$ de carbonate de calcium.

Malgré ces constatations, il paraît difficile d'incriminer, d'une façon générale, la pratique industrielle de la pasteurisation. Si les modifications chimiques qu'elle amène ne sauraient avoir une importance primordiale dans nos besoins alimentaires normaux, cette pratique peut avoir des inconvénients lorsque l'alimentation de l'enfant est en cause. En effet, le calcium joue chez l'enfant un rôle capital dans la minéralisation de sa charpente osseuse et dans la caséification gastrique du lait. Il y a donc lieu de se demander comment résoudre, en ce cas, le problème si important du lait vivant et aseptique?

La lumière permettra sans doute d'atteindre ce but, MM. Victor Henri et G. Stodel [1] ayant démontré récemment l'action bactéricide complète des rayons ultra-violets sur le lait. D'autre part, nous avons reconnu par l'analyse comparative faite de notre propre initiative (laits 7 et 7 *bis*), que ces radiations directes conservaient indemnes, dans le lait, les combinaisons carbonophosphatées dont nous venons de signaler l'existence et la signification.

---

[1] *Comptes rendus*, 1er mars 1909.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action du suc pancréatique sur le glycogène, l'amidon et ses composants.* Note de Mme **Z. Gruzewska** et M. **Bierry**, présentée par M. A. Dastre.

Dans une Communication antérieure ([1]) l'un de nous a observé que l'amylose, sous l'action du suc pancréatique après 30 minutes ainsi qu'après 24 heures, ne donne que du maltose et de l'amylose rétrogradé, mais on ne trouve pas de dextrines comme dans le cas de l'amylopectine. Ce fait concorde avec l'observation faite par MM. Maquenne et Roux ([2]) sur l'hydrolyse de l'amidon artificiel par l'amylase du malt.

Nous avons étudié comparativement sur le glycogène, l'amidon et ses constituants, l'action du suc pancréatique normal de sécrétine de chien et celle du suc additionné d'acide chlorhydrique. Le glycogène, l'amylose et l'amylopectine ont été préparés et purifiés par les méthodes indiquées antérieurement ([3]).

Pour les expériences avec l'amidon, nous nous sommes servis de la meilleure fécule alimentaire de pomme de terre. Le dosage du maltose a été fait par la méthode de G. Bertrand ([4]) et le maltose a été caractérisé par son osazone dont le point de fusion monte à mesure qu'on la purifie de dextrines, qui en altèrent la forme. On se sert, pour les expériences, de flacons de 50^{cm^3} et dans chacun d'eux on met $0^g,5$ de substance. Tous sont chauffés à l'autoclave à 130° pendant 20 minutes. Après refroidissement à 38° on ajoute 1^{cm^3} de suc pancréatique dans chaque flacon. Pour neutraliser complètement à l'héliantine 1^{cm^3} de suc pancréatique il faut $1^{cm^3},1$ de HCl $\frac{N}{10}$ ([5]). Dans les flacons on ajoute 0,7 seulement de HCl $\frac{N}{10}$ pour 1^{cm^3} de suc afin de laisser une légère alcalinité qui donne le meilleur rendement au point de vue de la digestion.

([1]) Z.-G. Gruzewska, *Contribution à l'étude de la composition du grain d'amidon* (*Soc. de Biol.*, t. LXIV, 1908, p. 178).

([2]) Maquenne et Roux, *Recherches sur l'amidon et sa saccharification diastasique* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. IX, 1906, p. 179-220).

([3]) Z.-G. Gruzewska, *Sur la composition du grain d'amidon* (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908).

([4]) Gabriel Bertrand, *Le dosage des sucres réducteurs* (*Bull. de la Soc. chim. de Paris*, t. XXXV, 1906, p. 1285).

([5]) La concentration du suc pancréatique en CO^3Na^2 est comprise entre $\frac{N}{8}$ et $\frac{N}{9}$.

Voici à titre d'exemple quelques-unes de nos expériences qui toutes ont été faites à 38° C. Les chiffres expriment le maltose obtenu pour 0g,5 de substance.

Expérience I.

	Suc pancréatique normal. 1 heure après.	Suc pancréatique normal. 7 heures après.	Suc pancréatique acidulé. 1 heure après.
	g	g	g
Glycogène..........	0,25	0,29	0,30
Amidon............	0,34	0,39	0,37
Amylopectine.......	0,30	0,35	0,36

Expérience II.

	Suc pancréatique normal. 45 minutes après.	Suc pancréatique normal. 24 heures après.	Suc pancréatique acidulé. 45 minutes après.
	g	g	g
Glycogène..........	0,30	0,41	0,36
Amidon............	0,40	0,47	0,44
Amylopectine.......	0,37	0,49	0,44

Nous n'avons pas dosé le maltose obtenu après 24 heures avec le suc acidulé à cause du glucose, qui apparaît bien plus rapidement que dans le cas où l'on emploie le suc normal.

Expérience III. *Expérience IV.*

	Suc pancréatique normal. Exp. III. 1 heure après.	Exp. III. 20 heures après.	Exp. IV. 1 heure et demie après.	Exp. IV. 21 heures après.
	g	g	g	g
Glycogène.........	0,22	0,36	0,19	0,27
Amidon............	0,32	0,45	0,33	0,44
Amylopectine.......	0,31	0,45	0,26	0,34
Amylose...........	0,30	0,41		

Dans l'expérience III l'amylose a partiellement rétrogradé en refroidissant avant le contact avec le suc pancréatique.

Le suc pancréatique dialysé n'a pas d'action sur l'amidon ([1]). Nous avons observé le même phénomène pour le glycogène.

40cm³ d'une solution de glycogène à 1 pour 100, avec 2cm³ de suc dialysé de conductivité électrique 1×10^{-4} à 37° C., après 24 heures, ne donnent pas de réduction; si

([1]) Bierry, Henri et Giaja, *Sur le suc pancréatique dialysé* (*Comptes rendus Soc. Biol.*, 1906 et 16 mars 1907).

l'on ajoute quelques milligrammes de NaCl on constate 2 heures après qu'il y a une forte réduction.

Ces expériences montrent : 1° que le suc pancréatique normal agit moins énergiquement sur le glycogène (¹) et l'amylopectine que sur l'amidon;

2° Que l'hydrolyse de l'amylopectine subit un retard surtout au commencement de l'action en se rapprochant plus tard de l'hydrolyse de l'amidon;

3° Que la digestion dans tous les cas est plus rapide quand l'alcalinité du suc pancréatique a été neutralisée dans une certaine limite; on observe cependant un retard pour l'hydrolyse du glycogène par rapport à l'hydrolyse de l'amidon; l'action du suc pancréatique acidulé sur l'amylopectine se rapproche nettement de l'action de ce suc sur l'amidon;

4° Enfin que l'hydrolyse des substances employées sous l'action de suc pancréatique acidulé est presque terminée au bout de 1 heure.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la recherche du raffinose dans les végétaux et sur sa présence dans deux graines de légumineuses :* Erythrina fusca *Lour. et* Entada scandens *Benth.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. É. Jungfleisch.

Le raffinose est un hexotriose $C^{18}H^{32}O^{16}$, que les acides minéraux étendus hydrolysent à l'ébullition, en donnant une molécule de lévulose, une molécule de glucose et une molécule de galactose.

Ce sucre est hydrolysé seulement en partie par l'invertine; il se forme bien du lévulose, mais les deux autres sucres restent combinés sous forme d'un hexobiose, le mélibiose :

$$(1)\qquad \underset{\text{Raffinose (504).}}{C^{18}H^{32}O^{16}} + H^2O = \underset{\text{Lévulose (180).}}{C^6H^{12}O^6} + \underset{\text{Mélibiose (342).}}{C^{12}H^{22}O^{11}}.$$

Pour obtenir l'hydrolyse du mélibiose, c'est-à-dire pour aboutir à l'hydrolyse totale du raffinose, il faut faire intervenir un deuxième ferment, la *mélibiase* (²), qui existe dans l'émulsine des amandes. Cette seconde phase

(¹) Fait observé pour le glycogène par Mlle Philoche; voir Thèse : *Recherches physico-chimiques sur l'amylase et la maltase*, Paris, 1908.

(²) Lefebvre, *Application des procédés biochimiques à la recherche et au dosage des sucres et des glucosides dans les plantes de la tribu des Taxinées.* Thèse, p. 10, 1907, Paris.

de l'hydrolyse peut être exprimée par l'équation suivante :

(2) $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^6H^{12}O^6$.
Mélibiose (342). Glucose (180). Galactose (180).

On peut suivre l'hydrolyse du raffinose effectuée successivement par les deux ferments en s'appuyant sur ses propriétés optiques et sur celles des sucres auxquels il donne naissance.

Supposons en effet, pour plus de simplicité, une solution aqueuse renfermant, pour 100^{cm^3}, $5^g,04$ de raffinose anhydre (le centième de sa molécule); cette solution accusera au tube de 2^{dm} une rotation de $+\frac{5,04 \times 2 \times 122,2}{100} = +12°,31$ [1].

Si, à cette solution, on ajoute de l'invertine, les $5^g,04$ de raffinose seront transformés en $1^g,80$ de lévulose et $3^g,42$ de mélibiose, comme l'indique l'équation (1). Elle accusera alors une rotation de $+6°,48$

$$+9°,79 \text{ (mélibiose)} - 3°,31 \text{ (lévulose)} = +6°,48 \text{ [2]}.$$

Si l'on ajoute ensuite de l'émulsine, les $3^g,42$ de mélibiose étant transformés en $1^g,80$ de glucose et $1^g,80$ de galactose [équation (2)], la rotation deviendra $+1°,49$ [3].

En un mot, la rotation de la solution soumise à l'hydrolyse diminuera constamment aussi bien sous l'action de l'émulsine que sous celle de l'invertine; mais elle restera droite.

Cette action particulière de l'émulsine, action due à la mélibiase qu'elle renferme, peut être utilisée pour la recherche du raffinose dans les végétaux.

On comprend en effet que si, en faisant agir successivement de l'invertine et de l'émulsine sur un suc végétal dextrogyre (méthode habituelle de recherche du sucre de canne et des glucosides), on constate une diminution de la rotation sous l'influence des deux ferments, on soit fondé à supposer l'existence du raffinose dans la plante essayée.

Toutefois, plusieurs cas peuvent se présenter qui compliquent le problème :

1° Le raffinose peut être accompagné dans la plante d'un glucoside gauche, hydrolysable par l'émulsine proprement dite, et l'action de la mélibiase sera masquée partiellement ou en totalité par le dédoublement du glucoside. On en sera averti par une augmentation insolite de la quantité de sucre réducteur.

---

(1) $+122°,2$ étant le pouvoir rotatoire du raffinose *anhydre*.

(2) $+143°,2$ étant le pouvoir rotatoire du mélibiose; $-92°,1$ le pouvoir rotatoire du lévulose; $t = +15°$.

(3) $+52°,5$ étant le pouvoir rotatoire du glucose et $+80°,9$ celui du galactose; $t = +15°$.

2° Le stachyose, sucre encore plus condensé que le raffinose, se comporte à peu près comme ce dernier, au point de vue des variations optiques déterminées par les deux mêmes ferments.

Il résulte de là que, si la méthode à l'invertine et à l'émulsine donne d'utiles indications sur la présence du raffinose dans un suc végétal, elle ne dispense pas pour cela de l'isoler en nature. C'est, d'ailleurs, ce que nous avons fait dans les deux exemples suivants :

I. *Erythrina fusca* Lour. — Graines sèches (¹). — Un extrait liquide, aqueux, de ces graines, dont 100^{cm^3} correspondaient à 100^g de graines, accusait une rotation de $+18°7'$ et ne renfermait pas de sucre réducteur.

Rotation après action de l'invertine..........	$+9°20'$
Sucre formé par action de l'invertine........	$4^g,996$
Rotation après action de l'émulsine..........	$+8°38'$
Sucre formé par action de l'émulsine.........	$0^g,540$

Cette rotation droite très élevée et sa diminution sous l'action des deux ferments permettaient de songer au raffinose, et, de fait, nous avons isolé un sucre que nous avons identifié avec le raffinose cristallisé. Son pouvoir rotatoire est de $+103°,70$; teneur en eau : 15,12 pour 100; théorie : 15,15.

II. *Entada scandens* Benth. — Graines sèches débarrassées du tégument. — Un extrait liquide aqueux de ces graines, dont 100^{cm^3} correspondaient à 100^g de graines, accusait une rotation de $+20°10'$ et ne renfermait pas de sucre réducteur.

Rotation après action de l'invertine..........	$+6°43'$
Sucre formé par action de l'invertine........	$7^g,617$

Action de l'émulsine.

		Sucre formé.
		g
Après 24 heures..............	$\alpha = +8°38'$	1,713
» 2 jours...............	$\alpha = +9.16$	1,438
» 4 jours...............	$\alpha = +9.16$	1,061
» 6 jours...............	$\alpha = +8$	0,171

Ici le cas est tout à fait particulier : les observations successives montrent qu'à côté d'un sucre à pouvoir rotatoire élevé se trouve un glucoside gauche hydrolysable par l'émulsine. S'il y a d'abord retour de la déviation vers la droite, cela est dû à la rapidité d'hydrolyse du glucoside; mais, dès le quatrième jour, le glucoside étant vraisemblablement entièrement hydro-

---

(¹) Ces expériences seront exposées en détail dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

lysé, c'est le phénomène inverse, dû à la continuation de l'hydrolyse du sucre, que l'on observe. L'augmentation énorme de la quantité de sucre réducteur, alors même qu'il n'y a pas de changement optique, est d'accord avec cette manière de voir.

D'ailleurs, ici comme dans le cas précédent, le sucre a été isolé à l'état cristallisé et identifié avec le raffinose.

Son pouvoir rotatoire est de + 103°, 26; teneur en eau : 14,73 pour 100.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la faible pénétration des rayons ultra-violets à travers les liquides contenant des substances colloïdes.* Note de MM. **J. Courmont** et **Th. Nogier.**

Nous avons montré (¹) que l'immersion d'une lampe en quartz à vapeurs de mercure (138 volts, 9 à 10 ampères) dans une eau limpide détruit les microbes ordinaires de celle-ci et le coli-bacille, en une minute environ, jusqu'à $0^m,30$ de la lampe.

Nous avons dit (²) qu'on pouvait aussi stériliser d'autres liquides. Mais les conditions sont *pratiquement* très différentes, suivant qu'on s'adresse à l'*eau* ou à des *liquides contenant des matières colloïdes*. Ces derniers ne sont pas facilement pénétrés par les rayons ultra-violets.

1° Les liquides suivants : bouillon peptoné et lactosé (brun ou presque incolore), bouillon ordinaire, bière, exposés pendant 8 à 15 minutes, à moins de 3^{cm} de la lampe (immergée), jusqu'à échauffement à + 55° ou + 60°, ne sont nullement stérilisés, *bien qu'absolument limpides*.

Pour aboutir à la stérilisation, il faut opérer sur des couches extrêmement minces. Cela explique les résultats de MM. Maurain et Warcollier sur le cidre.

L'expérience suivante montre que l'arrêt des rayons ultra-violets est bien dû aux substances colloïdes. On souille abondamment de l'eau avec du colibacille, qu'on recherchera par la méthode de Vincent. Une partie est irradiée pendant une minute; la stérilisation est complète, jusqu'à $0^m,30$ de la lampe. Une autre reçoit la solution de peptone *avant l'irradiation,* qui se poursuit pendant 10 minutes et à $0^m,03$ seulement; elle n'est pas stérilisée, bien qu'exposée à une distance 10 fois moindre et pendant un temps 10 fois plus long.

(¹) Jules Courmont et Th. Nogier, *Sur la stérilisation de l'eau potable au moyen de la lampe en quartz à vapeurs de mercure* (*Comptes rendus,* 22 février 1909).

(²) Jules Courmont et Th. Nogier, *Société médicale des hôpitaux de Lyon,* 2 mars 1909.

La stérilisation des liquides contenant des substances colloïdes rencontre, *dans la pratique,* de très grandes difficultés. Nos conclusions sur la stérilisation de l'eau ne peuvent donc s'appliquer ni à la stérilisation de la bière, ni à celle des bouillons de culture, ni à la préparation des toxines. Il faut pour cela des dispositifs beaucoup plus compliqués.

2° Ces faits expliquent « l'action atténuante certaine, mais légère et très lente » que nous avons constatée sur la toxine tétanique [1]. Même en 1 heure à 2 heures et demie, les rayons n'avaient pas beaucoup pénétré le bouillon tétanique (culture filtrée).

En diluant considérablement la toxine on peut la détruire. 2^l d'eau reçoivent 1^{cm^3} de toxine tétanique (tuant le cobaye à $\frac{1}{2}$ millième de centimètre cube) et sont exposés pendant quelques minutes à l'irradiation ($0^m,03$). Ce liquide, qui tuait le cobaye à 1^{cm^3}, est devenu complètement inoffensif à 5^{cm^3} et plus.

CHIMIE-PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action de la lumière ultra-violette sur la toxine tétanique.* Note de Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

Nous nous sommes proposé d'étudier les lois d'action de la lumière sur les toxines et les antitoxines, afin d'analyser cette action et de la comparer aux lois des réactions photochimiques. Dans la présente Note nous donnons un résumé de quelques-unes de nos expériences faites sur la toxine tétanique.

Technique. — La source lumineuse employée est une lampe en quartz à vapeurs de mercure.

La toxine tétanique a été soumise à l'action des rayons soit dans des capsules sous une épaisseur de 5^{mm}, soit dans des tubes en quartz de 8^{mm} de diamètre. Afin d'opérer à une température constante, les capsules ou tubes étaient placés dans un bain rempli de glace pilée ou d'eau à température constante. La distance de la lampe était, dans ces expériences, égale à 16^{cm}.

La toxine étudiée était injectée à des souris dans les muscles de la cuisse de la patte postérieure droite; la quantité injectée était toujours égale à $0^{cm^3},5$. Les expériences faites ainsi ont porté en tout sur 572 souris.

Afin d'analyser l'action de la lumière, nous avons fait des spectrogrammes avec le

---

(1) Jules Courmont et Th. Nogier, *Action de la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la toxine tétanique* (*Comptes rendus,* 8 mars 1909).

spectrographe de M. Urbain; ces spectrogrammes ont été faits avec l'arc au fer et avec l'arc au mercure pour la toxine plus ou moins diluée, pour le bouillon qui avait servi à la préparation de la toxine, pour les solutions de NaCl et pour les différents verres que nous avons employés comme écrans afin d'arrêter telle ou telle autre partie du spectre ultra-violet.

Pour déterminer l'énergie des radiations et pour apprécier la proportion des radiations ultra-violettes absorbées par les solutions, nous nous sommes servis de la réaction d'Eder, qui consiste dans la formation de chlorure de mercure dans un mélange d'oxalate d'ammonium et de bichlorure de mercure. Cette réaction ne se produit pratiquement que sous l'action des radiations ultra-violettes; le poids du précipité de HgCl donne une mesure quantitative de l'énergie de ces radiations. Cette réaction d'Eder avait été faite dans des vases recouverts d'une cuvette à fond plat en quartz, dans laquelle on mettait les différentes solutions étudiées sous une épaisseur de 5^{mm}.

Résultats. — 1° *Influence de la dilution.* — En diluant la toxine avec de l'eau distillée ou avec NaCl à 8 pour 1000 on trouve que l'action de la lumière est d'autant plus forte que la dilution est plus grande. Ainsi, par exemple, 15 minutes d'irradiation de la toxine non diluée ne diminuent presque pas sa toxicité, tandis que la solution à $\frac{1}{10}$ est complètement détruite pendant ce temps, l'activité de la toxine étant telle qu'à $\frac{1}{10000}$ elle tue une souris en 3 à 4 jours.

Cette influence de la dilution est due au bouillon dans lequel se trouve la toxine tétanique. En effet, si l'on dilue de la toxine dans du bouillon frais et qu'on soumette à l'action des rayons, l'action sur cette toxine diluée est aussi faible que sur la toxine non diluée.

De plus, si entre la lampe et la toxine diluée avec NaCl à 8 pour 1000, on interpose une cuvette à fond plat en quartz, dans laquelle on verse du bouillon sous une épaisseur de 5^{mm}, la toxine n'est pas du tout atténuée même après 30 minutes d'action.

Par conséquent, le bouillon absorbe la partie active du spectre ultra-violet, et c'est à cause du bouillon que la toxine non diluée exposée sous une épaisseur de 5^{mm} n'est pour ainsi dire pas atténuée par la lumière ultra-violette.

Ce résultat explique pourquoi certains auteurs et en particulier MM. Courmont et Nogier avaient trouvé que la toxine tétanique est peu sensible à l'action des rayons ultra-violets.

Pour rendre les expériences comparables, on doit donc toujours faire des dilutions qui contiennent la même quantité de bouillon; ainsi, par exemple, on fait une série de dilutions depuis la toxine au $\frac{1}{20}$ jusqu'à $\frac{1}{10000}$ dans NaCl à 8 pour 1000 + bouillon à $\frac{1}{20}$ et l'on expose ces différentes solutions aux rayons ultra-violets pendant des durées de 1, 4, 5, 6, 7, 8 minutes. On injecte des souris et l'on compare les résultats.

On trouve alors que *l'action de la lumière ultra-violette est proportionnelle à la concentration de la toxine.*

Ainsi, la toxine au $\frac{1}{200}$ exposée 1 minute est équivalente à la toxine au $\frac{1}{2000}$ non exposée, et la toxine au $\frac{1}{500}$ exposée le même temps est égale à la toxine normale à $\frac{1}{5000}$.

2° *Loi de la durée d'exposition. — L'action de la lumière croît bien plus vite que la durée d'exposition. Cette action est presque proportionnelle au carré de la durée.* Voici quelques exemples numériques :

$$\frac{T}{10000}\ 1\ \text{min.} = \frac{T}{1000}\ 4\ \text{min.} = \frac{T}{500}\ 5\ \text{min.} = \frac{T}{200}\ 6\ \text{min.} = \frac{T}{50}\ 7\ \text{min.}$$

ou encore

$$\frac{T}{10000}\ \text{non exposée} = \frac{T}{5000}\ 1\ \text{min.} = \frac{T}{500}\ 4\ \text{min.} = \frac{T}{50}\ 6\ \text{min.}$$

On peut donc résumer les deux premiers résultats par la formule suivante, dans laquelle K est une constante, T la concentration en toxine et ϑ la durée d'action :

$$\text{Action de la lumière} = KT\vartheta^2.$$

3° *Action de la température.* — On sait depuis Goldberg que les réactions photochimiques sont peu sensibles à la température; c'est un caractère essentiel qui distingue ces réactions des réactions chimiques ordinaires. En faisant des expériences sur la toxine tétanique à 0°, 16° et 24°, nous avons trouvé que *l'action de la lumière ultra-violette sur la toxine tétanique est presque aussi rapide à 0° qu'à 16° et à 24°; c'est donc une réaction photochimique pure.*

4° *Nature des radiations actives.* — Les spectrogrammes de la toxine tétanique diluée plus ou moins montrent que ces solutions absorbent la partie extrême de l'ultra-violet. Ainsi, pour la lumière de l'arc au mercure, la dernière raie qui passe à travers la solution de toxine non diluée est celle qui a $\lambda = 2805$, toutes les autres de longueur d'onde plus faible et en particulier les raies très fortes 2752, 2699, 2655, 2576, 2536, 2534, 2482, 2464, 2446, 2399, 2378, 2345, 2301, 2262, 2224 sont absorbées. Lorsqu'on fait des spectrogrammes de durée de plus en plus longue ou sur des dilutions de plus en plus grandes, on voit que l'absorption des radiations est d'autant plus forte que la longueur d'onde est plus faible; ainsi les dilutions au $\frac{1}{100}$ de toxine n'absorbent qu'à partir de la raie 2399.

L'interposition d'écrans en verre mince laissant passer l'ultra-violet jus-

qu'à la raie 3021 et arrêtant tout le reste empêche complètement l'action de la lumière de l'arc au mercure sur la toxine tétanique.

Les rayons actifs sont ceux qui ont moins de 3021 *comme longueur d'onde.* — Ce sont donc les rayons absorbés par la solution de toxine tétanique qui sont actifs; c'est une confirmation de la loi générale de Grothus relative aux réactions photochimiques.

5° *Indépendance de l'action de l'oxygène de l'air.* — Les expériences faites dans des tubes en quartz dans lesquels on fait le vide montrent que *l'action de la lumière est aussi forte dans le vide qu'en présence de l'air; l'oxygène de l'air ou l'oxygène dissous dans la solution n'interviennent pas dans cette réaction photochimique.*

Nous ne voulons pas encore nous prononcer sur la nature chimique de cette réaction, quoique nous ayons fait un grand nombre d'expériences avec des oxydants divers. Nous signalons seulement ici dès maintenant un résultat intéressant que *les oxydants tels que l'iode et l'eau oxygénée à dose très faible augmentent l'activité de la toxine tétanique en réduisant le temps de latence quelquefois jusqu'à* 3 *ou* 4 *heures, au lieu de* 15 *heures, et les mêmes oxydants à dose plus forte détruisent la toxine.* Les résultats complets seront publiés prochainement.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'épreuve de la phénolurie provoquée chez l'épileptique.* Note [1] de MM. **J.-T. Florence** et **P. Clément**, transmise par M. Bouchard.

Cette épreuve consiste à administrer de la benzine et à doser, dans les urines, son produit d'oxydation le plus facilement accessible : le phénol.

Ferrarini a noté, chez les épileptiques soumis à ce procédé d'exploration, une diminution considérable du pouvoir oxydant, en période d'attaques.

Nous avons entrepris des recherches *comparatives* sur des épileptiques et des individus normaux de l'asile d'aliénés, vivant de la même vie, soumis au même régime.

Dans les urines, nous avons dosé le phénol : soit sous forme de tribromophénol, soit sous forme de phénol-sulfates obtenus par les procédés pondéraux usuels. Dans une première série de recherches, nous avons administré la benzine à la dose massive de 2^g en une seule fois.

---

(1) Transmise dans la séance du 19 juillet 1909.

Voici les résultats obtenus : 1° avec les individus normaux :

Quantités de phénol éliminé (en grammes).

	Avant l'ingestion.	Après l'ingestion (urines de 3 jours consécutifs).
Del	Traces	0g,332
No	0	0,310
Cost	Traces	0,161
Val	Traces	0,372

2° Avec des épileptiques en *dehors des périodes d'attaques:*

Quantités de phénol éliminé (en grammes).

	Avant l'ingestion.	Après l'ingestion (urines de 3 jours consécutifs).
Cail	Traces	0g,554
Phal	Traces	0,490
Mol	Traces	0,490
Bress	Traces	0,588

3° Avec des épileptiques *en périodes d'attaques:*

Quantités de phénol éliminé (en grammes).

	Avant l'ingestion.	Après l'ingestion (urines de 3 jours consécutifs).
Villar	Traces	0g,400
Ma	Traces	0g,256

Ces chiffres nous indiquent : 1° la formation, pour une même dose de benzine ingérée, de quantités de phénol plus considérables chez l'épileptique que chez l'homme sain;

2° La diminution parfois très notable, en périodes d'attaques, du pouvoir oxydant de l'organisme de ces malades.

Dans une deuxième série de recherches, nous avons étudié en fonction du temps, la formation de phénol-sulfates aux dépens de la benzine.

Pour faciliter l'absorption de cette substance, nous en avons, pendant 4 jours, administré des doses de 0g,25, 0g,30, 0g,30, 0g,50.

Les phénol-sulfates et les sulfates salins ont été dosés dans les urines des 24 heures. En établissant ensuite le rapport $\frac{SO^3 \text{ phénol}}{SO^3 \text{ salins}}$ qu'une alimentation ordinaire modifie généralement fort peu, il nous a été permis de rechercher dans ce liquide les phénol-sulfates provenant de l'oxydation de la benzine.

Avec deux hommes normaux et deux épileptiques en dehors des périodes d'attaques, nous avons obtenu les résultats suivants :

$$\text{Rapport } \frac{SO^3 \text{ phénol}}{SO^3 \text{ salins}}.$$

	Avant l'ingestion (moyennes de 3 jours).	Pendant l'ingestion.				Après l'ingestion.	
		1er jour.	2e jour.	3e jour.	4e jour.	1er jour.	2e jour.
Normaux.							
Corn.........	0,15	0,13	»	0,20	0,14	»	»
Lign..........	0,08	0,05	0,12	0,09	0,09	0,11	0,16
Épileptiques.							
Gayr..........	0,12	0,32	0,19	0,17	0,15	»	»
Mau..........	0,21	0,35	0,28	0,25	0,30	»	»

L'examen des chiffres fournis par les quatre sujets ci-dessus nous permet de dire que :

1° Chez les deux hommes normaux, l'élimination de sulfo-conjugués formés aux dépens de la benzine n'est appréciable que le deuxième ou le troisième jour de la période d'ingestion;

2° Chez les deux épileptiques au contraire, l'élimination des sulfo-conjugués suit immédiatement l'ingestion de cette substance.

Il semble donc bien que la formation des sulfo-conjugués se fait plus rapidement chez les derniers que chez les premiers.

En résumé :

1° L'épileptique, en dehors des périodes d'attaques, oxyde la benzine plus énergiquement que l'homme normal;

2° Ce pouvoir oxydant est diminué chez l'épileptique en période d'attaques;

3° La formation de phénol-sulfates provenant de l'oxydation de la benzine paraît être plus rapide chez l'épileptique en dehors des attaques que chez l'homme normal.

GÉOLOGIE. — *Sur l'histoire géologique et la tectonique de l'Atlas tellien de la Numidie orientale (Algérie).* Note (¹) de M. J. **Dareste de la Chavanne.**

Au début des temps secondaires, la région correspondant au bassin de la Seybouse, de l'oued Cherf et de la haute Medjerda se trouvait complètement immergée. Seul un continent paléozoïque (micaschistes, gneiss, calcaires, cipolins), déjà consolidé, devait s'étendre au Nord, sensiblement sur l'emplacement du littoral actuel. C'est au sud de ce continent que se sont déposés les sédiments des mers secondaires et tertiaires.

Avant le Trias, nous n'avons pas de données sur l'histoire orogénique de la région. Les dépôts laguno-marins triasiques démontrent qu'à cette époque une mer peu profonde recouvrait cette région, sans s'avancer toutefois jusqu'au pied du massif ancien de l'Édough.

La mer s'approfondit avec l'Infralias, le Lias inférieur et surtout avec le Lias moyen, qui prend un caractère bathyal avec une faune de Céphalopodes et paraît transgressif vers le Nord dans la direction du massif ancien (*Comptes rendus,* 27 janvier 1908).

L'absence de Jurassique dans toute cette région est due probablement à une dénudation, car à une distance relativement faible au Sud-Ouest, près de Batna, la série jurassique renferme des faunes nettement bathyales, qui s'opposent à la proximité d'un continent émergé à cette époque dans l'Atlas tellien. Toutefois, pour expliquer cette dénudation, nous sommes obligés d'admettre, vers la fin du Jurassique, une régression de la mer avec émersion consécutive, ce qui semble confirmé par ce fait que les premiers dépôts du Crétacé inférieur, dans le Tell, sont des calcaires récifaux de mer peu profonde.

Avec le Barrêmien, la mer redevient profonde et il se forme, au sud du massif ancien du littoral, un géosynclinal tellien, où vont se déposer des sédiments vaseux à faunes abyssales, qui persisteront pendant tout le Crétacé et une partie de l'Éocène.

La mer barrêmienne à faune abyssale semble n'avoir occupé que la région

(¹) Cette Note a été rédigée à la suite de mes explorations pour le Service de la Carte géologique d'Algérie.

du Tell proprement dite. En effet, au Djebel Djaffa, M. Blayac a constaté l'existence de bancs calcaires subrécifaux, déjà intercalés dans le Barrêmien marneux (*Comptes rendus*, 30 novembre 1896).

A l'Aptien, la transgression se dessine; au Chéniour l'Aptien renferme encore une faune nettement bathyale: il faut arriver jusqu'aux plaines des Harectas (Dôme du Sidi Rgheiss) pour le trouver récifal (Blayac, *B. S. G. F.*, 1897).

La transgression s'accentue ensuite au Gault et au Vraconnien, qui renferment une faune bathyale, non seulement au Chéniour, mais Sedratas (où nous avons trouvé du Vraconnien à Céphalopodes en contact avec le Trias), et jusque dans la chaîne des Chebka et au Sidi Rgheiss (Blayac, *Comptes rendus*, 23 juillet 1906).

Le Cénomanien est encore plus transgressif. Nous avons trouvé des marnes à Céphalopodes (*Schlœnbachia*) jusqu'au sud de la chaîne des Chebka, près d'Ain Fakroun. Là seulement, aux abords des plaines des chotts, le Cénomanien commence à devenir néritique; nous y avons recueilli la faune de Batna à Ostracées et à *Hemiaster*.

Cette transgression se poursuit lentement pendant le Cénomanien supérieur et le Turonien, car on passe sans discordance du Cénomanien au Sénonien, par une série de sédiments marneux de mer profonde, peu épais et non fossilifères dans le Nord, mais prenant plus au Sud, vers Ain Beida, une plus grande puissance et renfermant une faune cénomano-turonienne semi-néritique.

Au Sénonien, la transgression devient maximum, surtout vers le Sud. Toutefois la mer, en s'étalant sur de vastes surfaces, perd de sa profondeur; elle ne contient plus une faune nettement abyssale; on n'y trouve plus guère que des Inocérames et des Echinides. Dans le Tell, le Sénonien paraît encore cependant plus bathyal qu'aux abords des hautes plaines, à en juger par son facies plus marneux et par ce fait que les Inocérames et les Echinides (*Stegaster, Micraster, Echinocorys*: genres plutôt néritiques) y sont bien plus rares.

Au Danien, le géosynclinal du Tell diminue encore de profondeur, c'est un facies à Echinides (*Ovulaster, Cardiaster*, etc.) et à *Radiolites* (*Comptes rendus*, 8 mars 1909).

Sans pouvoir fixer de limite précise entre le Crétacé et le Tertiaire, nous passons insensiblement du Danien à l'Éocène, dont la faune générale indique une mer qui, tout en occupant toujours à peu près les mêmes

régions, a dû être moins profonde. Il devait y exister des seuils et des bas-fonds, étant donnés les brusques changements latéraux de facies qu'on observe dans ces terrains.

La mer, à l'Éocène inférieur et moyen, ne paraît pas s'être étendue aussi loin vers le Nord que la mer de la Craie. Vers la Mahouna, les marnes et les calcaires éocènes ont, par place, un caractère assez littoral, par suite de la présence de conglomérats et de nombreux bancs phosphatifères intercalés dans les calcaires à silex, et par leur faune de Polypiers et d'Operculines, Foraminifères plus littoraux que les Nummulites, localisées plus au Sud avec leurs grandes formes. Les lumachelles à *Ostrea strictiplicata* paraissent également plus développées vers le Nord de la chaîne tellienne. Les mers de l'Éocène inférieur et moyen ont dû recouvrir toutes les hautes plaines, à en juger par les lambeaux d'Éocène situés plus au Sud vers Tebessa et la Meskiana.

Après cette longue période, caractérisée par des mouvements d'oscillation très lents et de peu d'amplitude, nous entrons dans une phase où se produisent les mouvements orogéniques les plus intenses de l'histoire de cette région.

Alors, l'émersion du massif ancien du littoral s'achève et des poussées tangentielles, venues du Nord, refoulent vers le Sud les sédiments de la série crétacée-éocène, de telle sorte que les niveaux calcaires de celle-ci (calcaires à silex, calcaires à Inocérames, etc.) se trouvent en certains points empilés sous forme d'écailles et constituent des plis imbriqués. Cette structure écailleuse (*Schuppenstructur*) est la règle dans la région et particulièrement sur le flanc Nord de l'Atlas tellien. Aux abords des hautes plaines, sur le revers Sud de la chaîne, ces poussées ont eu pour effet d'amener l'affleurement de marnes triasiques, qui se présentent sous forme d'ellipses déversées et de lames étirées en contact avec les différentes assises du Crétacé.

Puis, sur cette région énergiquement plissée et entamée par l'érosion, la mer revient peu profonde et dépose des sédiments argilo-gréseux (Flysch medjanien et numidien) d'âge éocène supérieur et probablement même déjà Oligocène en partie. Transgressive vers le Nord sur le massif ancien, la mer ne semble pas avoir dépassé à cette époque, vers le Sud, les abords des hautes plaines.

M. Georges Barbaudy adresse des *Observations sur le vol plané et l'aviation*.

M. Alexandre Sée adresse une Note intitulée : *Le planement des oiseaux qui suivent les navires en mer.*

M. Ch. Tellier adresse une Note sur les *Aéroplanes*.

(Ces trois Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juillet 1909.

Les étoiles variables, par M. G. Bigourdan. (Extr. de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an* 1909.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Von den veränderlichen Sternen, von G. Bigourdan. (Extr. de *Marine-Rundschau*.) Berlin, Ernst Siegfried Mittler und Sohn; 1 fasc. in-8°.

La réfractométrie et ses applications pratiques, par D. Sidersky. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Amagat.).

The principal professional papers of Dr J.-A.-L. Waddell; edited by John-Lyle Harrington; first edition. New-York, 1905; 1 vol. in-8°.

De pontibus, a pocket-book for bridge engineers, by J.-A.-L. Waddell; second edition. New-York, 1906; 1 vol. in-12.

Specifications and contracts, a series of lectures delivred by J.-A.-L. Waddell, with *Notes on the law of contracts*, by John-C. Wait. New-York, 1908; 1 vol. in-8°.

Nickel steel for bridges, by J.-A. Waddell. (Extr. de *American Soc. of civil Engineers : Transactions*; vol. LXIII, 1909, p. 101.) 1 vol. in-8°.

Application d'aciers spéciaux dans les ponts. Application à l'acier au nickel, par Alfred Jacobson. (Article du *Génie civil*, t. LIV, n° 20, p. 351.) Paris, 1909; 1 fasc. in-folio.

Thought on natural philosophy and the origin of life, by A. Biddlecombe. Newcastle, Upon-Tyne, 1909; 1 fasc. in-8°.

Observatorio de Tacubaya. *Carta fotografica del Cielo*: zona — 16°, nos 6, 7, 8, 91, 95, 138, 141, 151, 153, 154, 158, 159, 160, 161, 165, 168, 169, 171, 173, 175; pub. por el Director Felipe Valle. Paris, héliog. et imp. L. Schutzenberger; 20 feuilles in-plano.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JUILLET 1909.

Ministère des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, *Ports maritimes de la France : Notice sur l'atterrage de Berck et la baie d'Authie*, par M. J. VOISIN et M. DELAMOTTE. — *Notice complémentaire sur le port de Gravelines, modifications survenues de 1873 à 1907*, par M. SILVAIN DREYFUS et M. RENÉ BROSSARD. — *Notice complémentaire sur l'anse du Portel, modifications survenues de 1873 à 1907*, par M. J. VOISIN et M. DELAMOTTE. — *Notice complémentaire sur le port d'Étaples, modifications survenues de 1873 à 1907*, par M. J. VOISIN et M. DELAMOTTE. Paris, Imprimerie nationale, 1908; 4 fasc. in-4°.

Théorie de la contre-marée, par le Dr COSTE DE LAGRAVE. Paris, A. Maloine, 1909; 1 fasc. in-8°.

La destruction de la cuscute dans les prairies, par GUSTAVE FALIÈS. Paris, Charles Amat, s. d.; 1 fasc. in-12.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e série, t. XXXIV, années 1909 et 1910, 1er fasc. Le Mans, imp. Monnoyer; 1 fasc. in-8°.

Notice biographique sur Humphry Davy, par M. PH.-A. GUYE. (Université de Genève, séance solennelle de distribution des prix des concours, 28 janvier 1907.) Genève, imp. W. Kündig et fils, 1907; 1 fasc. in-8°.

Della vita e delle opere di Michele Fodera, per GIACOMO-LICATA LOPEZ. Girgenti, 1909; 1 fasc. in-8°.

Le Musée propédeutique : Essai sur la création d'un organisme éducatif scolaire, par GUSTAVE GILSON. Bruxelles, M. Weissenbruch, 1909; 1 fasc. in-8°.

Le curve limiti di poligonali che si deformano con legge assegnata, per ANTONIO SELLERIO. Palerme, 1909; 1 fasc. in-8°.

Beitrag zur Berechnung der rechteckigen, ringsum aufliegenden Platten, von JOVO SIMIČ. Vienne, 1909; 1 fasc. in-8°.

Elementarer Beweis des Fermat'schen Satzes, von EMIL VON HÖEGH. Rostock, 1909; 1 fasc. in-4°.

The University of Chicago, founded by John-D. Rockfeller. *The Yerkes observatory*, by EDWIN-BRANT FROST, Director. Chicago, 1909; 1 fasc. in-8°.

Le monde planétaire, par VINCENT ARNOULD; Chap. IV. Bruxelles, 1909; 1 fasc. in-8°.

Fundacion de la Energetica racional por la deducción de las ecuaciones kinéticas de Newton, de principios energéticos puros, por AUGUSTO KNUDSEN, Ingeniero y Profesor de la Universidad de Chile, s. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Die Internationale Konferenz über elektrische Einheiten und Normale zu London im Oktober 1908, von W. JAEGER und ST. LINDECK. (Extr. de *Elektroteknischen Zeitschrift*, 1909, Heft 15.) Berlin, H.-S. Hermann; 1 fasc. in-4°.

Ueber die Korrektionen für Einschlussthermometer mit Erweiterungsstellen in Kapillare, von WALTER MEISSNER. (Extr. de *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, 1909, Heft 4.) Berlin, Julis Springer; 1 fasc. in-4°.

Luftelectrische Beobachtungen im Ssamarkand'schen Gebiet während der

totalen Sonnenfinsternis am 14 *Januar* 1907, von ERNST LEYST. (*Bull. des Naturalistes de Moscou*, n° 4, 1907.) 1 fasc. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen in Moskau im Jahre 1907, von ERNST LEYST. (Extr. du *Bull. des Naturalistes de Moscou*, n° 4, 1907.) 1 fasc. in-8°.

L'art psammurgique et la Chimie; contribution à l'histoire de la Chimie, par MICHEL-C. STEPHANIDES. Mytilène, imp. Nicolas, 1909; 1 fasc. in-8°.

Les cristallisations des grottes de Belgique, par W. PRINZ. Bruxelles, Hayez, 1908; 1 fasc. in-4°.

Glaciation of the Vinta and Wasatch mountains, by WALLACE-W. ATWOOD. Washington, Government printing Office, 1909; 1 fasc. in-4°.

Annual report on the mineral production of Canada, during the calendar year 1906. Ottawa, 1909; 1 vol. in-8°.

Boletin del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú : n° 68, *El antimonio en el Perú*, por EUGEN WECKWARTH; n° 69, *Yacimentos carboniferos de los departementos de la Libertad, Cajamarca y Ancachs*, por ERNESTO DU BOIS LUKIS. Lima, 1909; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 juin 1909.)

Note de M. *Albert Michel-Lévy*, De quelques basaltes tertiaires français du Vorland alpin, à fumerolle éléolitique :

Page 1528, ligne 31, *au lieu de* $\frac{S_{sal}}{2K+3n}$, *lisez* $\frac{S_{sal}}{2k+3n}$.
» 1529, » 1, *au lieu de* $2K+3n$ (K potasse...), *lisez* $2k+3n$ (k potasse...).
» » » 18, *au lieu de* Hegaux, *lisez* Hegau.
» » » 19, *au lieu de* Reichenwe, *lisez* Reichenweier.
» » » 28, *au lieu de* Billon, *lisez* Billom.
» » » 28, *au lieu de* phonolithes, *lisez* phonolites.
» 1530, » 17, *au lieu de* magnétiques, *lisez* magmatiques.
» 1531, » 2, *au lieu de* néphéliques, *lisez* néphéliniques.
» » » 7, *au lieu de* éléotique, *lisez* éléolitique.
» » » 14, *au lieu de* éolitique, *lisez* éléolitique.
» » » 18, *au lieu de* éléotique, *lisez* éléolitique.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 AOUT 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, le lundi 16 août étant cette annéc jour férié, la séance est renvoyée au mardi 17 août.

CHIMIE AGRICOLE. — *Les effets thermiques de l'humectation des sols.* Note de MM. **A. Müntz** et **H. Gaudechon.**

Les corps pulvérulents, préalablement séchés, s'échauffent au contact de l'eau. La terre végétale, constituée par des matériaux plus ou moins fins, exposée aux rayons du soleil et à l'action de la pluie, passe par des alternatives fréquentes de sécheresse et d'humectation. On doit s'attendre à des manifestations thermiques chaque fois que l'eau tombe sur une terre qui est à un certain degré de siccité (¹).

La chaleur ainsi produite est-elle mesurable et quel est son ordre de grandeur? est-elle de nature à intervenir dans les phénomènes de végétation; est-elle en rapport avec la constitution des terres et sa quantité peut-elle fournir un moyen d'appréciation de leurs aptitudes culturales? Ces questions nous ont semblé mériter une étude spéciale, comme se rattachant directement à la physique et à la chimie des sols. Nous les avons abordées en nous servant des appareils employés par M. Berthelot dans ses travaux de Thermochimie.

Nous avons commencé par comparer des terres très diverses entre elles,

(¹) Quelques essais dans ce sens avaient déjà été faits, notamment par A. Mitscherlich (*Landw. Jahrb.*, 1901, Vol. XXX, fasc. 3, p. 361).

en étudiant la relation qui peut exister entre leur composition et la quantité de chaleur qu'elles dégagent, lorsque, de l'état de siccité, elles passent à l'état d'humectation ([1]).

Toutes les terres nous ont donné des élévations de température sensibles, quelquefois considérables. Les terres sableuses se placent au bas de l'échelle; mais, quand il y a de l'argile, l'échauffement augmente, et d'autant plus qu'elle est en plus forte proportion.

Exemples :

	Argile dans 100 de terre.	Calories dégagées par kilog.
		Cal
Terre 1	1,9	0,9
» 2	8,3	1,9
» 3	12,3	2,4
» 4	18,1	3,9
» 5	30,2	4,9
» 6	36,8	6,6

Si, par une lévigation méthodique, nous divisons une terre en lots de diverses finesses, nous obtenons des résultats comme les suivants :

	Calories dégagées par kilog.
	Cal
Terre en nature	1,3
1er lot de cette terre (le plus grossier)	0,0
2e » »	0,35
3e » »	0,41
4e » »	2,48
5e » (le plus fin)	4,90
Argile extraite de ce dernier lot	17,90

C'est donc dans les parties les plus ténues que réside presque exclusivement l'aptitude à l'échauffement au contact de l'eau.

Pour nous rendre compte de leur degré de finesse, nous avons examiné, sous de forts grossissements, les particules constituant la terre.

Celles qui ont des dimensions telles que leurs faces et leurs arêtes se distinguent facilement (sables) ne donnent pas lieu à un dégagement de chaleur sensible; celles qui sont encore figurées, apparaissant comme des points à contours mal définis (limons), dégagent un peu de chaleur; mais les éléments de finesse ultime (argiles), que les plus forts grossissements ne nous montrent que comme des amas translucides,

([1]) Tous nos résultats sont exprimés en grandes calories et ont été obtenus à une température peu inférieure à 15°.

sans particules figurées, s'échauffent considérablement au contact de l'eau. Lorsqu'on soumet ces amas à l'examen ultra-microscopique, ils se résolvent en nébuleuses de points brillants, qui montrent qu'ils forment une masse de particules infiniment petites.

On se fait souvent des illusions sur l'état de finesse des matières pulvérulentes et l'on est porté à croire que celles qu'on appelle *impalpables* sont à un extrême degré de division. Il n'en est pas toujours ainsi : le talc, le sulfate de baryte précipité, par exemple, regardés comme très fins, apparaissent, même avec un grossissement modéré, comme nettement figurés, en cristaux ou en lamelles. Ils n'offrent donc aucun rapprochement avec les matériaux argileux, dont l'état de division est incomparablement plus grand. Aussi ces deux corps, contrairement à ce que nous pouvions penser, ne nous ont-ils donné qu'un échauffement spécifique très faible, $0^{\mathrm{Cal}},7$ pour le talc et $0^{\mathrm{Cal}},28$ pour le sulfate de baryte. L'examen microscopique nous explique pourquoi il en est ainsi.

Une observation analogue a été faite sur le kaolin, qu'on regarde souvent comme le type des argiles. Il est loin d'avoir le degré de finesse de ces dernières. La grande masse des particules qui le forment ont des dimensions appréciables; aussi ne dégage-t-il que $2^{\mathrm{Cal}},9$, s'éloignant ainsi beaucoup des argiles proprement dites.

Mais parmi les constituants de la terre, ce sont les matières humiques, débris organiques plus ou moins décomposés, plus ou moins divisés, qui donnent les élévations de température les plus grandes, et cela quel que soit leur état de division. Ils sont en effet poreux, l'eau les pénètre et ne s'arrête pas à la surface extérieure, comme pour les débris minéraux. C'est ainsi qu'une tourbe fibreuse de l'Oise a donné $25^{\mathrm{Cal}},1$, et l'acide humique amorphe extrait du terreau $22^{\mathrm{Cal}},9$.

D'autres matières organisées ont donné : fécule de pommes de terre, $23^{\mathrm{Cal}},5$; amidon de blé, $22^{\mathrm{Cal}},9$; sciure de bois, $18^{\mathrm{Cal}},5$.

Ayant isolé, dans la mesure du possible, les éléments de la terre, non plus seulement par degré de finesse, mais par nature de matériaux, nous trouvons pour les chaleurs dégagées par l'humectation :

	Cal		Cal
Éléments sableux, suivant leur finesse	0,0	à	1,0
Limons, suivant leur finesse	1,0	à	2,0
Argiles	7,0	à	18,0
Matières humiques	20,0	à	30,0

On voit que, dans la terre, c'est à l'argile et surtout à l'humus que sont dus les échauffements qui se produisent au contact de l'eau.

Toutes les terres sont hygroscopiques, mais très différemment; dans une atmosphère humide, les unes absorbent ou retiennent 1 pour 100 d'eau, les autres 20 pour 100. Quel rapport y a-t-il entre l'aptitude à fixer l'eau et la quantité de chaleur dégagée lorsque, de l'état sec, les terres passent à l'état d'humectation ([1])? Les résultats suivants montrent qu'il y a une relation, mais non une proportionnalité, entre ces deux données :

	Calories dégagées par la terre sèche qu'on humecte.	Quantité d'eau fixée pour 100 dans une même atmosphère humide.
Terre sableuse...............	0,95	1,22
Terre limoneuse	3,28	3,23
Limon argileux..............	4,84	4,90
Argile de Vanves............	6,84	12,12
Argile de Mours.............	15,20	17,90

Toutes les déterminations dont nous avons parlé jusqu'ici ont été effectuées sur les matières rigoureusement sèches. Qu'advient-il lorsqu'on les fait sur des terres à divers degrés d'humidité et que, par suite, les exigences pour l'eau sont en partie satisfaites? Voici des résultats qui répondent à cette question :

Terre sableuse.		Terre limoneuse.		Argile de Vanves.		Argile de Mours.		Tourbe de l'Oise.	
Eau p. 100.	Calories par kilog.	Eau p. 100.	Calories par kilog.	Eau p. 100.	Calories par kilog.	Eau p. 100.	Calories par kilog.	Eau p. 100.	Calories par kilog.
0,00	0,95	0,00	3,28	0,00	6,84	0,00	15,20	0,00	26,70
0,48	0,79	1,16	1,53	2,71	3,34	4,42	8,70	3,94	21,70
0,63	0,68	2,29	0,49	4,32	2,44	9,38	4,20	9,70	14,50
1,22	0,00	3,23	0,27	12,12	0,33	17,90	0,50	22,30	2,60

En inscrivant en ordonnées les quantités de chaleur et en abscisses les quantités d'eau, on obtient des courbes qui, pour les terres où les matières organiques ne sont qu'en minime proportion, ont chacune leur allure propre. Mais pour les tourbes ce sont des droites, ce qui indique une relation de proportionnalité très étroite entre la quantité de chaleur dégagée et le degré de siccité.

([1]) *Voir* Rodevald et Milscherlich, *Landw. Vers. Stat.*, t. LIX, fasc. 5 et 6, 1904, p. 433.

Ce nouveau mode d'investigation permet-il de se former une opinion sur la valeur agricole des terres? Nous ne le pensons pas, car s'il est bien certain que les terres maigres sont celles qui dégagent le moins de chaleur, d'un autre côté, lorsqu'on se trouve en présence de terres qui en dégagent beaucoup, il est impossible, sans un examen spécial, de savoir quelle est la part attribuable à l'argile ou à l'humus.

C'est ainsi qu'une argile, constituant une terre froide et peu propre à la culture, pourra dégager autant de chaleur qu'un terreau fertile, riche en humus.

L'étude calorimétrique des terres ne peut donc pas se substituer, même partiellement, à leur analyse chimique ou mécanique; mais cette étude nous a donné l'explication d'un fait souvent observé dans la culture potagère, celui de la flétrissure des plantes par une pluie survenant après quelques heures de soleil. Sous l'influence de l'insolation, le terreau, de couleur foncée, s'échauffe jusqu'à 40° et même bien au delà, en même temps qu'il se produit une dessiccation. Si, à ce moment, il survient une pluie, même faible, l'humectation de la terre dégage un nombre de calories suffisant pour élever la température jusqu'à 50° et pour produire ainsi un véritable échaudage qui tue les jeunes plantes. Le calcul donne l'explication de ce fait, que nous avons pu constater par l'observation directe et reproduire synthétiquement. Les jardiniers, sans se rendre compte de l'effet de l'eau sur un sol qui a été insolé, évitent de faire des arrosages aux heures où il y a du soleil.

Quelles sont les causes premières de l'échauffement qui se produit lorsqu'une terre sèche est mise en présence de l'eau? Des actions de surface interviennent dans tous les cas; mais ce qui fait penser qu'il y a en outre une hydratation, véritable réaction chimique, ce sont les faits suivants :

1° Les argiles, l'humus, les matériaux organisés en général, qui dégagent un nombre considérable de calories au contact de l'eau, n'en dégagent que très peu, ou même pas, au contact d'autres liquides, tels que la benzine. L'amidon est aussi dans ce cas.

2° L'alcool aqueux, à 88° par exemple, se déshydrate partiellement lorsqu'on le met en contact avec de l'argile, de l'humus ou de l'amidon préalablement séchés, ce qui indique, de la part de ces derniers, une affinité pour l'eau assez puissante pour séparer l'eau de sa combinaison avec l'alcool.

Quoi qu'il en soit, les effets thermiques qui se manifestent par l'humectation des éléments terreux et des matières organisées semblent de nature assez complexes.

L'ensemble de nos recherches met en évidence des faits qui se reproduisent avec une grande fréquence dans la couche superficielle de la terre arable et qui peuvent avoir une influence snr les réactions dont elle est le siège et sur les phénomènes de végétation.

PHYSIQUE. — *Phénomènes magnéto-anodiques.* Note de M. **Gouy.**

1. On peut étudier commodément la couronne magnéto-anodique [1] en garnissant l'intérieur de l'ampoule de Crookes d'une grande feuille métallique, qui est percée de fenêtres pour l'observation, et forme la cathode, reliée à la terre. Avec des champs faibles, l'ampoule est remplie de rayons magnéto-cathodiques qui accompagnent un état oscillatoire mis en évidence par des effets Tesla plus ou moins marqués; mais, en augmentant le champ, on voit subitement l'ampoule devenir obscure par la disparition des rayons magnéto-cathodiques; en même temps la couronne, qui était presque effacée, prend un vif éclat et les oscillations deviennent insensibles; c'est ce qu'on peut appeler le régime magnéto-anodique [2]. Des champs de 1000 à 2000 gauss, et des vides de 8^{μ} à 2^{μ}, conviennent en général pour cette étude.

2. Deux cas bien différents peuvent se présenter. Supposons d'abord que le plan passant par l'anode et normal au champ soit dégagé de tout obstacle. L'anode est, par exemple, une sphère de 2^{mm} de diamètre, portée par un fil isolé, parallèle au champ. La couronne est alors très petite et fort brillante; elle n'est séparée de l'anode que par un intervalle de $0^{mm},5$ environ, et ses dimensions, qui diminuent quand le champ augmente, ne dépassent pas quelques millimètres pour la partie très lumineuse: elle se continue ensuite, toujours normale au champ, jusqu'aux parois de l'ampoule, en s'affaiblissant et s'épaississant graduellement.

L'ionisation est très grande dans la partie brillante de la couronne et elle est encore, à distance de l'anode, de 5 à 10 fois plus grande dans la couronne qu'en dehors [3]. Le courant est aussi un peu plus intense dans la

---

(1) *Comptes rendus,* 22 février et 15 mars 1909.

(2) Il est parfois nécessaire, pour obtenir ces résultats, de modifier les positions relatives des électrodes, de l'ampoule et de l'électro-aimant. Dans une obscurité complète, on constate qu'il reste toujours des traces de rayons magnéto-cathodiques, mais très faibles. Avec une ampoule ordinaire, le régime magnéto-anodique peut exister près de l'anode, en même temps que les rayons magnéto-cathodiques se montrent dans une autre partie de l'ampoule, mais les expériences sont beaucoup plus difficiles.

(3) Voici quelques résultats numériques obtenus avec 2 fils de $0^{mm},4$ de diamètre, 8^{mm} de longueur, distants de 1^{mm}. Dans la partie brillante de la couronne, avec une pile de 40 volts, on a 50 micro-ampères. A 25^{mm} de l'anode, avec une pile de 200 volts, on a 5 micro-ampères dans la couronne et 0,7 au dehors (pression, 8^{μ}; champ, 2000).

couronne. Le voltage de l'ampoule est réduit à moins de $\frac{1}{10}$ de la valeur qu'il avait en l'absence du champ; la chute cathodique n'est plus que de quelques centaines de volts; la chute anodique est plus grande.

3. Supposons maintenant qu'on place au contact de l'anode une lame de mica; on voit la couronne s'agrandir de manière à surmonter l'obstacle, tout en restant circulaire; elle laisse alors près de l'anode un espace obscur. Cette couronne *agrandie* se produit toutes les fois que, dans le plan normal au champ, se trouve un obstacle quelconque qui empêcherait de tourner autour de l'anode. La disposition la plus simple consiste à prendre pour anode un fil métallique, perpendiculaire au champ et protégé jusque près de son extrémité par un tube de verre qui forme l'obstacle. La couronne est alors ovale, et son plan est normal au champ. Ses dimensions peuvent atteindre, dans des conditions favorables, plusieurs centimètres. Elle se présente d'ordinaire sous l'aspect d'un cordon lumineux, assez bien défini, laissant près de l'anode un espace obscur qui peut être considérable ([1]). Si l'on approche une cathode, on voit toujours la couronne gauchir et se déformer comme si elle était repoussée par elle ([2]). La couronne agrandie augmente le voltage de l'ampoule d'environ moitié par rapport à celui de la couronne simple.

4. La particularité la plus singulière de la couronne, c'est que tout obstacle y produit une sorte d'ondulation ou de zigzag, que j'ai pris d'abord pour une hélice à spires aplaties ([3]), mais qui est en réalité formé par une sinusoïde ou une ligne brisée, *tracée sur un tube de force magnétique*. En effet, si l'on examine sous divers aspects un filet fin et isolé, comme on en trouve assez souvent, on reconnaît invariablement que toute apparence de sinuosité disparaît quand le rayon visuel est parallèle au champ; le filet se montre alors comme une courbe régulière ([4]). En s'éloignant de l'obstacle,

---

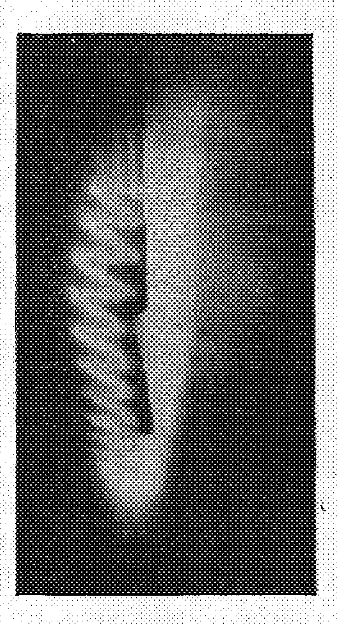
([1]) Dans cet espace obscur se trouvent parfois des couronnes supplémentaires, issues d'ordinaire du petit intervalle libre qui existe entre le tube de verre et l'anode. Il arrive aussi que la couronne est formée de plusieurs parties concentriques, plus ou moins distinctes et possède ainsi une certaine largeur dans le sens normal au champ.

([2]) On peut mettre à profit ce phénomène pour produire des couronnes agrandies qui ne touchent pas l'obstacle, celui-ci étant cathode; ces couronnes sont donc engendrées dans le gaz lui-même, loin de l'anode, par un mécanisme inconnu.

([3]) *Loc. cit.*

([4]) D'un point de vue convenable, cette courbe paraît *perlée;* le rayon visuel est alors dans l'alignement exact de certains éléments de la ligne brisée, qui paraissent

ces ondulations diminuent d'amplitude et deviennent confuses. On peut en produire plusieurs séries sur la même couronne, en y mettant plusieurs obstacles. Leur amplitude varie de 1^{mm} à plusieurs centimètres; le pas semble être inversement proportionnel au champ et dépend aussi d'autres conditions; il est compris entre $0^{mm},5$ et 8^{mm}. Autant qu'on peut en juger, la direction du champ est bissectrice de l'angle de zigzag. Dans tous les cas, un observateur qui parcourrait la couronne en marchant en sens inverse du courant magnétisant, rencontrerait l'obstacle *avant* les ondulations qu'il produit. La figure ci-jointe donne une idée de ces apparences; l'obstacle est ici le tube de verre qui protège l'anode ([1]).



5. L'aspect du phénomène, surtout aux grandes amplitudes, suggère naturellement l'idée que l'agent lumineux existant dans la couronne est dévié de sa position normale par l'obstacle, et y revient en exécutant des oscillations amorties, parallèlement au champ magnétique, pendant qu'une sorte de *dérive* l'entraîne dans le sens perpendiculaire. On peut faire l'hypothèse que cet agent n'est autre que celui des rayons magnéto-cathodiques,

ainsi plus brillants. Un ensemble de pareils filets juxtaposés montre des stratifications dues à la juxtaposition de ces points brillants, tandis que d'un autre point de vue on ne voit que les zigzags; c'est une structure que la couronne montre fréquemment.

([1]) La figure est au grossissement de $\frac{3}{2}$. La couronne est vue presque de profil, le rayon visuel faisant un angle d'environ 70° avec le champ.

qui oscillerait ainsi suivant la ligne de force magnétique, de part et d'autre d'une position d'équilibre, qui serait le point où la composante efficace du champ électrique est nulle, la ligne de force étant tangente à la surface équipotentielle électrique. Quant à la dérive, elle résulterait de l'action transversale du champ électrique sur le rayon magnéto-cathodique, découverte par M. Villard [1].

On peut donner à l'hypothèse une forme plus précise en regardant, avec M. Fortin [2] et plusieurs physiciens, les rayons magnéto-cathodiques comme formés par des enroulements hélicoïdaux d'électrons. Le calcul montre que, pour de petites amplitudes, le centre du cercle décrit par un électron quelconque oscille suivant la ligne de force magnétique avec la période

$$2\pi\sqrt{\frac{rm}{Fe}},$$

et subit en même temps une dérive perpendiculaire aux deux champs avec la vitesse $\frac{F}{H}$, en désignant par F et H les deux champs, et par r le rayon de la section faite dans la surface équipotentielle par le plan des deux champs. Il en résulte que le pas de l'ondulation est égal à $\frac{2\pi}{H}\sqrt{\frac{Frm}{e}}$, expression qui donne des valeurs d'un ordre de grandeur acceptable [3].

La théorie esquissée ici nous apprend que la couronne dessine le contour suivant lequel un tube de force magnétique est tangent à une surface équipotentielle électrique; c'est ce contour, en effet, que doit suivre le milieu de l'ondulation. Cet énoncé est d'accord, dans une certaine mesure, avec la forme de la couronne dans diverses conditions, mais ce ne sont pas encore là des vérifications à proprement parler.

---

(1) P. Villard, *Sur les rayons cathodiques* (*Comptes rendus*, 6 juin 1904). Le sens de cette action est d'accord avec notre hypothèse.

(2) Ch. Fortin, *Sur la déviation électrostatique des rayons magnéto-cathodiques* (*Comptes rendus*, 20 juin 1904).

(3) Soit, par exemple, $H = 2000$ gauss, $F = 400$ volts par centimètre, $r = 1^{cm}$,

$$\frac{e}{m} = 1,8.10^7.$$

On a pour le pas $5^{mm},1$. L'ondulation montre quelquefois la forme sinusoïdale indiquée par la théorie; mais, en général, les sommets sont aigus et même effilés, surtout quand l'amplitude est notable.

ÉLECTIONS.

M. le **Ministre de l'Intérieur** invite l'Académie à désigner l'un de ses membres qui devra faire partie du Conseil d'Administration de la « Fondation Carnegie ».

Il est procédé au vote.

M. **Bouquet de la Grye** réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Catalogo astrofotografico 1900,0 : *Zona di Catania; declinazione* + 51° *a* + 53°, *ascensione retta* 0^h *a* 3^h. (Présenté par M. B. Baillaud.)

MM. **J. Bergonié**, **Ernest-William Brown**, **P. Chavernac**, **Dupard**, **E.-F. Gautier**, **Ph. Glangeaud**, **Lefranc**, **Niclot**, **Charles Nicolle**, **Maurice Perrot**, **Porcher**, **Louis Rénon**, **Tribondeau** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités discontinues des fonctions analytiques uniformes.* Note de M. **A. Denjoy**.

J'ai donné, dans une Note présentée dans la séance du 26 juillet dernier, des exemples : 1° de fonctions F_1 et φ_1 bornées sur un ensemble singulier E_1 de longueur finie; 2° de fonctions F_2 continues sur leur ensemble singulier E_2 dont la longueur est infinie et l'aire nulle. E_1 et E_2 sont parfaits discontinus.

3° Soit E_3 un ensemble d'*aire partout non nulle*, formé par exemple des points qui se projettent sur $O\xi$ et sur $O\eta$ dans les ensembles parfaits E_1 et E'_1 dont les $n^{\text{ièmes}}$ intervalles contigus sont respectivement a_n à a'_n et ib_n à ib'_n. Le théorème de Cauchy nous dit que $F_{(x)}$, singulière sur E_3, *peut être continue* et $F'_{(x)}$ BORNÉE. On verra plus loin l'intérêt qui s'attache au cas de F' bornée, cas dont on n'a pas jusqu'ici formé d'exemple.

Je ne sais si la fonction

$$\sum_0^\infty [F_1(x - ib'_n) - F_1(x - ib_n)]$$

est bornée. En tous cas, la série converge, est holomorphe hors de E_3, singulière sur E_3 et *sa primitive est uniforme et continue sur* E_3.

De même qu'il existe des fonctions $\varphi(\xi)$ telles que

$$\int_{E_1} \frac{\varphi(\xi)\,d\xi}{\xi - x}$$

soit bornée, si E_1 est linéaire, de même il existe certainement des fonctions $\varphi(\xi, \eta)$ telles que

$$\int\int_{E_3} \frac{\varphi(\xi, \eta)\,dS}{(\xi + i\eta - x)^2} = F'_3(x)$$

soit bornée. Inversement, une fonction F'_3 bornée sur E_3 et dérivée d'une fonction uniforme F_3 peut se mettre sous la forme précédente, φ étant (sauf peut-être sur un ensemble de mesure nulle) une dérivée $\frac{\partial^2 \psi(\xi, \eta)}{\partial\xi\,\partial\eta}$ bornée et dont les zéros sont partout denses.

Nous allons déduire de F_3 *une fonction uniforme dont la fonction inverse est également uniforme*.

Soit $y = Ax + B + F_3(x)$. Supposons $-A$ non intérieur à un champ convexe englobant l'ensemble (dont le complémentaire est, *a priori*, fermé) des valeurs d'holomorphisme de F'_2. L'ensemble E'_3 de toutes les singularités possibles de $x(y)$ (valeurs β de y sur l'ensemble des valeurs α de x sur E_3) ne morcelle pas le plan parce qu'il est parfait discontinu. Donc $x(y)$ a, dans tout le plan des y, le même nombre de déterminations. Comme x est uniforme pour y infini, x est *partout uniforme*. On sait que si $|A|$ est supérieur à $|F'(x)|$, x s'obtient en y par une suite d'approximations définies par

$$y = Ax_{n+1} + B + F_3(x_n).$$

Il y a *correspondance analytique biunivoque* entre les points de E_3 et ceux de E'_3. Chacune des fonctions x et y possède un *ensemble* (*a priori* fermé) *parfait discontinu de valeurs exceptionnelles* au sens de M. Picard (prises en aucun point d'holomorphisme).

Le principe qui permet de déduire d'une fonction bornée une fonction dont la fonction inverse est, localement au moins, uniforme, paraît devoir

être utile dans ces sortes de question. Il permet de montrer immédiatement que ni F_2 ni F_3 ne peuvent être constantes sur E sans l'être partout, en sorte qu'*une fonction assujettie à être continue partout, holomorphe au moins au voisinage de* E, *sinon sur* E, *est définie complètement par l'ensemble de ses valeurs sur un élément de* E.

4° En combinant les méthodes qui donnent les fonctions F_2 et F_3, on peut obtenir une fonction F *bornée* sur un ensemble E de *longueur finie, mais à deux dimensions.*

Il y aura lieu, comme je l'indiquais à la fin du paragraphe 1 de ma dernière Note, d'étudier cette théorie dans ses rapports avec celle de la croissance. L'inverse de *la distance* δ *de* x *à l'ensemble joue le rôle du module* r de x dans la théorie des fonctions entières. Ainsi, soit une fonction F dont les zéros a_n et les pôles a'_n sont rangés de façon que les distances δ_n et δ'_n de a_n et a'_n aux points de E les plus voisins α_n et α'_n ne vont pas en croissant. *On peut placer tous ces zéros et tous ces pôles dans des produits infinis* ΠE_n et ΠE_n en posant $E_n = E\left(\frac{a_n - \alpha_n}{x - \alpha_n}, p_n\right)$, si $E(u, p)$ est le facteur primaire de Weierstrass. Les exposants p_n que déterminent pour les fonctions entières les suites $r_n = \frac{1}{\delta_n}$, $r'_n = \frac{1}{\delta'_n}$ rendent convergents les produits E_n et E'_n. Mais ici, le facteur restant dans F a-t-il pour logarithme une fonction uniforme? En tous cas, il peut être beaucoup plus important que le produit de Weierstrass, puisque celui-ci peut se réduire à un seul facteur.

GÉODÉSIE. — *Sur les marées de l'écorce et l'élasticité du globe terrestre.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. H. Poincaré.

J'ai montré (¹) que les deux principaux modes de détermination de la rigidité du globe conduisent à des résultats différents. La théorie ci-après semble faire disparaître cette anomalie.

Les distances de la Lune aux divers points de la Terre étant inégales à cause des dimensions de celle-ci, les attractions correspondantes le sont aussi. En un lieu donné N, la différence entre l'attraction locale et celle exercée sur le centre constitue une petite force perturbatrice, se combi-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLIX, 2 août 1909, p. 336.

nant avec la pesanteur et déviant la verticale d'une quantité δ

$$\delta = \frac{3}{2}\frac{M}{d^3}\sin 2z \quad (^1);$$

M, masse de la Lune rapportée à celle de la Terre; d, sa distance en rayons terrestres; z, sa distance zénithale en N.

La déviation de la verticale entraîne, pour la surface de niveau qui lui est perpendiculaire, une légère déformation. D'une sphère, par exemple, elle ferait un ellipsoïde de révolution, allongé dans la direction de l'astre et aplati de

$$\alpha = \frac{3}{2}\frac{M}{d^3}.$$

Le Soleil produit un effet analogue, mais à peu près moitié moindre ($\alpha' = 0{,}45\alpha$). Cette double déformation, suivant la rotation diurne apparente des astres autour de la Terre, engendre, pour le géoïde, des marées dont l'amplitude se calcule aisément ([2]). Mais la masse entière du globe, et non pas seulement les océans, est soumise à cette double influence.

Si le solide terrestre était indéformable, les mouvements de la verticale et les marées océaniques (du moins les ondes lentes, peu altérées par l'inertie ou la viscosité des eaux) atteindraient l'amplitude théorique.

La Terre étant élastique, tout changement dans la surface de niveau entraîne, dans la surface libre, une altération correspondante, mais atténuée dans un rapport K_e, dépendant du degré d'élasticité du solide et variant de 1, pour la fluidité parfaite, à 0 pour la rigidité absolue.

Inversement, toute modification de la surface libre se répercute sur la surface de niveau, mais restreinte dans un rapport K_c, qui dépend de la constitution du corps et varie de 0,6, pour un solide homogène ([3]), à 0 pour un corps de densité infinie au centre et nulle à la surface.

([1]) Tisserand, *Mécanique céleste*, t. II.

([2]) On trouvera ce calcul dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1910, Notice B : *Sur les Marées de l'écorce*, etc., par Ch. Lallemand.

([3]) D'après Tisserand (*Mécanique céleste*, t. II), en effet, la surface de niveau d'un ellipsoïde homogène de révolution, présentant un très faible aplatissement α, a pour équation

$$(x^2 + y^2)(1 - 0{,}4\alpha) + z^2(1 + 0{,}8\alpha) = \text{const.},$$

ce qui représente un ellipsoïde analogue, d'aplatissement $\alpha' = 0{,}6\alpha$.

A une déformation ellipsoïdale α de la surface de niveau correspond donc, pour la surface libre, une déformation analogue $K_e\alpha$, laquelle, à son tour, engendre une déformation supplémentaire, $K_c K_e \alpha$, dans la surface de niveau et ainsi de suite, de telle sorte que, finalement, ces déformations successives s'ajoutant les unes aux autres, on a, pour les deux surfaces conjuguées, les aplatissements effectifs ci-après, sommes de deux progressions géométriques décroissantes :

(1) Surface de niveau : $\alpha_g = \alpha + K_c K_e \alpha + K_c^2 K_e^2 \alpha + \ldots = \dfrac{\alpha}{1 - K_c K_e}$,

(2) Surface libre : $\alpha_e = K_e \alpha + K_c K_e^2 \alpha + K_c^2 K_e^3 \alpha + \ldots = \dfrac{K_e \alpha}{1 - K_c K_e} = K_e \alpha_g$.

L'amplitude relative m des marées océaniques ou des mouvements de la verticale par rapport au sol correspond à la différence

(3) $$m = \alpha_g - \alpha_e = \alpha_g(1 - K_e).$$

Dans la première Note, on a vu que le rapport $\dfrac{m}{\alpha}$ est compris entre 0,65 pour les marées et 0,67 à 0,70 pour les mouvements de la verticale.

D'autre part, sous l'action de la force centrifuge, la surface de niveau d'une Terre absolument rigide eût subi une déformation ellipsoïdale

$$\alpha_0 = \frac{\omega^2 a}{2g} = \frac{1}{578};$$

ω, vitesse angulaire de la rotation diurne; a, rayon équatorial; g, accélération moyenne de la pesanteur.

Si l'on admet qu'au moment où elle a commencé à se solidifier et où, par suite, le coefficient K_e avait encore la valeur 1, la Terre avait déjà sa constitution et son aplatissement actuels $\left(\alpha_1 = \dfrac{1}{300}\right)$, l'équation (1) s'écrit

$$\frac{1}{300} = \frac{1}{578}\,\frac{1}{1 - K_c};$$

d'où

(4) $$K_c = 0{,}48 \quad \text{et} \quad \alpha_g = \frac{\alpha}{1 - 0{,}48 K_e}.$$

D'un autre côté, Newcomb [1] a montré que les déformations α_0, α_1, α et α_g sont liées à la période d'Euler, $\tau_0 = 305$ jours, et à la période de

[1] *Monthly Notices*, 1892.

Chandler-Kimura, $\tau = 436$ jours, par une relation qu'on peut écrire

$$\left(\frac{\alpha_g}{\alpha} - 1\right) : \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_0} - 1\right) = 1 - \frac{\tau_0}{\tau}.$$

On en tire

$$\alpha_g = 1,28\,\alpha,$$

puis, des formules (4),

$$K_e = 0,455,$$

et finalement, des formules (3) et (4),

$$m = 0,70\,\alpha,$$

valeur concordant avec les précédentes.

Admettons une moyenne générale

$$\frac{m}{\alpha} = \frac{2}{3}.$$

Des formules (2), (3), (4), on tire alors, à très peu près,

$$K_e = \frac{1}{2}, \qquad \alpha_e = m = \frac{1}{2}\alpha_g = \frac{2}{3}\alpha.$$

Ainsi les marées de l'écorce auraient même amplitude que les marées océaniques et seraient les $\frac{2}{3}$ des ondes théoriques calculées pour une Terre indéformable. Les principales de ces marées auraient pour grandeurs :

Périodes.	Amplitudes moyennes.	Ondes lunaires ($\alpha_m = 55^{cm}$).	A l'équateur.	Ondes solaires ($\alpha_m = 25^{cm}$).	A l'équateur.
$\frac{1}{2}T_0$...	$\frac{2}{3} \times 0,92 R\alpha_m \cos^2 l$ (¹)	semi-diurne	34^{cm}	semi-diurne	15^{cm}
$\frac{1}{2}T_1$...	$\frac{2}{3} \times 0,16\ R\alpha_m \left(1 - \frac{3}{2}\cos^2 l\right)$	bi-hebdomadaire	3	semi-annuelle	1
T_1...	$\frac{2}{3} \times 0,084 R\alpha_m \left(1 - \frac{3}{2}\cos^2 l\right)$	mensuelle	1,5	annuelle	0,2
T_2...	$\frac{2}{3} \times 0,065 R\alpha_m \left(1 - \frac{3}{2}\cos^2 l\right)$	18 ans $\frac{2}{3}$	1,2		

α_m, valeur de α pour la moyenne distance de l'astre; T_0, rotation de la Terre sur elle-même; T_1 révolution de l'astre autour de la Terre; T_2, révolution des nœuds dans l'orbite; R, rayon terrestre.

(¹) On trouvera la démonstration de ces formules dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1910, Notice B : *Op. cit.*

Ainsi, au moment des pleines lunes équinoxiales, la marée semi-diurne totale de l'écorce atteindrait 49^{cm} à l'équateur et seulement 19^{cm} lors des quadratures. A 45° de latitude, les amplitudes seraient toutes réduites de moitié.

Appliquons maintenant la relation, trouvée par Schweydar, entre $\frac{m}{\alpha}$ et le coefficient moyen ρ de rigidité du globe, dans l'hypothèse de Roche-Wiechert sur la constitution interne; cette relation peut s'écrire

$$\frac{m}{\alpha} = \frac{1,726 + \rho^2}{1,92 + 5,434\rho + \rho^2}.$$

Pour $\frac{m}{\alpha} = \frac{2}{3}$, on a $\rho = 6,3$, correspondant à une rigidité intermédiaire entre celle du cuivre (4,7) et celle de l'acier (7,65).

PHYSIQUE. — *Sur différentes espèces de dissymétries d'intensités, observées pour les composantes magnétiques, polarisées circulairement, des bandes d'absorption des cristaux uniaxes.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que les deux composantes d'un doublet magnétique, correspondant à l'absorption de vibrations circulaires de sens contraires, ont presque toujours dans les cristaux des intensités différentes [1]. Si l'on abaisse progressivement la température, dans un champ magnétique constant, on observe que les dissymétries dont le sens est tel que la composante accélérée (côté violet) soit la plus intense deviennent de plus en plus prononcées, alors qu'au contraire les dissymétries de sens inverse s'atténuent, s'annulent et *changent de sens :* on peut donner comme règle qu'*à une température suffisamment basse, la composante accélérée est plus intense que la composante retardée.* Ainsi, les 81 bandes visibles dans le spectre du xénotime à − 259° (hydrogène solide) possèdent *toutes* une dissymétrie d'intensités et 3 seulement font exception à la règle précédente. L'une de ces 3 bandes ($527^{\mu\mu}$,4) a d'ailleurs, à − 259°, une dissymétrie moins grande qu'à − 190°, et il est probable que le sens de l'effet serait inversé si l'on abaissait la température de quelques degrés.

---

(1) Jean Becquerel, *Le Radium,* t. V, 1908, p. 5. — Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *Le Radium,* t. V, 1908, p. 227.

Il est donc évident que les variations de température jouent un rôle capital dans les effets de dissymétrie d'intensités. Nous avons, M. Kamerlingh Onnes et moi, donné une interprétation de la dissymétrie, toujours de même sens, qui apparaît aux basses températures; mais l'existence, à des températures plus élevées, de dissymétries en deux sens opposés restait inexpliquée.

L'observation récente de dissymétries de positions [1] fait penser à une liaison possible entre ces dernières et les dissymétries d'intensités. Grâce à M. Pierre Weiss, qui a eu l'amabilité de mettre à ma disposition, à Zurich, son puissant électro-aimant, j'ai pu observer à la fois les dissymétries de positions et d'intensités jusque dans un champ magnétique de 34900 gauss.

Dans les deux groupes de bandes du xénotime que j'ai étudiés, j'ai constaté que *toutes les bandes pour lesquelles la composante retardée est la plus intense* (soit à $+20°$, soit à $-190°$) *possèdent une dissymétrie de positions telle que cette composante soit la moins écartée de la bande primitive.*

Sur les clichés obtenus à Leyde en collaboration avec M. Kamerlingh Onnes et sur ceux que j'ai rapportés de Zurich, j'ai observé que toutes les bandes pour lesquelles la composante accélérée est la moins déplacée ont leur dissymétrie d'intensités considérablement augmentée, par un abaissement de température ainsi que par un accroissement d'intensité du champ magnétique. Au contraire, pour les bandes dont la composante retardée est la moins déplacée, on peut parfois produire la dissymétrie dans un sens ou dans l'autre suivant les valeurs du champ et de la température.

Je citerai comme exemple la bande $522^{\mu\mu},1$ du xénotime : à $+20°$ cette bande possède une dissymétrie déjà visible dans des champs moyens (10000 gauss) et telle que la composante retardée est la plus forte. A $-190°$ la dissymétrie est de sens contraire tant que le champ est inférieur à 20000 gauss; puis, *si le champ augmente, une inversion du sens se produit,* et pour 35000 gauss la composante retardée est nettement la plus intense. Enfin à $-259°$, jusqu'à 20000 gauss (limite supérieure des champs réalisés à Leyde), la dissymétrie d'intensités est notablement plus grande qu'à $-190°$, la composante accélérée étant la plus forte.

Ainsi, pour certaines valeurs du champ, on inverse la dissymétrie par un changement de température, et pour certaines températures on produit le même effet par une variation du champ.

On peut interpréter ces résultats en supposant qu'il existe *deux sortes de dissymétries d'intensités :* une dissymétrie de première espèce liée à la dissy-

(1) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus,* t. CXLVIII, p. 914, et t. CXLIX, p. 200.

métrie de positions, la composante la moins déplacée étant augmentée aux dépens de l'autre, et une dissymétrie de deuxième espèce qui consiste toujours en un renforcement de la composante accélérée. Les dissymétries de l'une et de l'autre espèce augmentent quand le champ croît, et la dissymétrie de deuxième espèce devient considérable aux basses températures; si elles ont le même sens, elles donnent un effet qui croît toujours quand le champ devient plus intense ou quand la température s'abaisse; si elles ont des sens contraires, l'une ou l'autre peut prédominer; à la température de l'hydrogène liquide, c'est en général la dissymétrie de deuxième espèce qui est la plus forte : il peut aussi en être de même à une température moins basse dans des champs faibles, mais si l'on augmente le champ la dissymétrie de première espèce croît plus rapidement que celle de deuxième espèce et la surpasse (exemple cité plus haut). Enfin, à des températures plus élevées, on remarque seulement les effets de la dissymétrie de première espèce.

M. W. Voigt [1], pour expliquer les dissymétries que j'avais observées, a émis l'hypothèse d'un pouvoir rotatoire naturel, mais je n'ai réussi à mettre en évidence aucun pouvoir rotatoire, ni aucune irrégularité d'absorption de deux vibrations circulaires inverses en dehors du champ magnétique. Dans ces conditions il ne me semble pas qu'on puisse expliquer dans cette voie l'apparition de dissymétries considérables sous l'influence du champ, ni surtout l'ensemble des faits qui viennent d'être décrits.

Il paraît plus conforme aux observations de reprendre, pour les dissymétries de deuxième espèce, l'hypothèse [2] d'après laquelle le changement de période imposé par le champ produirait une variation de stabilité des systèmes vibrants. Il est aisé de concevoir que l'action du champ, lorsqu'elle augmente la fréquence, donne plus de stabilité aux trajectoires des électrons, car elle équivaut à un accroissement de la force quasi-élastique. C'est cette même idée qui, dans un autre ordre de phénomènes, a permis à M. Righi de donner une explication de la formation des rayons magnéto-cathodiques.

Les résultats et interprétations qui viennent d'être résumés s'appliquent exclusivement aux cristaux. Au sujet des vapeurs, je remarque toutefois que M. Moore a déjà observé (transversalement) l'existence de dissymétries d'intensités et de positions liées entre elles. Mais d'autre part, dans les vapeurs, il se manifeste des dissymétries d'intensités pour lesquelles la composante retardée est la plus intense, et qui ne paraissent pas accompagnées de dissymétries de positions (Moore, Dufour). Les faits paraissent donc

---

(1) W. Voigt, *Akad. Amsterdam*, novembre 1908.

(2) Jean Becquerel et H. Kamerlingh Onnes, *loc. cit.*

pour les vapeurs plus complexes que ceux jusqu'à présent observés avec les cristaux.

Il convient de rappeler qu'aux environs des bandes dissymétriques la courbe de dispersion rotatoire magnétique est dissymétrique ([1]). Un semblable effet a été retrouvé par M. Dufour dans les spectres des vapeurs ([2]).

Les détails des effets obtenus dans les décompositions magnétiques présentent un grand intérêt : leur étude approfondie permettra de s'orienter au milieu des diverses explications du phénomène de Zeeman et de poursuivre les interprétations les plus fécondes.

Je tiens à remercier M. P. Weiss du précieux concours qu'il a bien voulu m'apporter pour la réalisation de ces expériences.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La décomposition de l'acide carbonique par les rayons ultra-violets.* Note de M. H. **Herchefinkel**, transmise par M. A. Haller.

J'ai étudié l'action de la lumière ultra-violette sur l'acide carbonique. M. H. Thiele ([3]) a déjà constaté que cette lumière facilite, à la température ordinaire, la combinaison de l'oxyde de carbone et de l'oxygène. Au contraire, il n'a pu observer une action sur un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène humide.

J'ai employé comme source de lumière ultra-violette une lampe à mercure en quartz.

L'appareil employé était composé de deux parties de même volume (80^{cm^3} environ) : 1° un ballon en verre réuni à un tube en quartz; 2° un autre ballon en verre.

L'acide carbonique a été produit dans un appareil Kipp et desséché en partie par le passage sur l'anhydride phosphorique. On a pu vérifier à la fin de l'expérience que le gaz carbonique contenu dans l'appareil était *très pur*. Les deux ballons de l'appareil contenaient un peu de mercure pour absorber l'oxygène de l'acide carbonique décomposé. Les deux parties, après avoir été remplies d'acide carbonique, ont été séparées et scellées à la flamme. Le tube en quartz (réuni au ballon plus petit) a été exposé pendant 80 heures environ à l'action des rayons ultra-violets. L'autre ballon servait de contrôle.

([1]) Jean Becquerel, *Phil. Mag.*, juillet 1908, p. 153; *Le Radium*, t. V, p. 227, § 11. (Voir les figures.)

([2]) A. Dufour, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 14 juin 1909, p. 1594.

([3]) *Quelques réactions chimiques dans la lumière ultra-violette* (*Chemisches Zentralblatt*, 1908).

J'ai constaté une décomposition de l'acide carbonique en oxyde de carbone et oxygène par les rayons ultra-violets. L'analyse du gaz a été faite avec M. Niclou, d'après sa méthode qui est une des plus sensibles (¹). La quantité formée était de 260^{mm^3} environ. Le ballon de contrôle n'a donné aucune trace d'oxyde de carbone. La sensibilité de la méthode est très grande (environ 3^{mm^3}-4^{mm^3} oxyde de carbone). Le mercure exposé au rayonnement a été transformé superficiellement en oxyde jaune. Avant de faire ces expériences, j'avais essayé aussi l'action de l'émanation du radium sur l'anhydride carbonique. J'ai constaté également la formation d'une quantité bien mesurable d'oxyde de carbone (120^{mm^3}-150^{mm^3}). Les résultats viennent confirmer celui de MM. Ramsay et Cameron, qui ont déjà fait des expériences sur le même sujet.

CHIMIE PHYSIQUE. — *De l'intervention de la pression osmotique dans la teinture.* Note de M. **Rosenstiehl**, transmise par M. A. Haller. (Extrait.)

L'examen attentif de tous les procédés de teinture actuellement en usage montre que l'affinité chimique seule est insuffisante à les expliquer tous (²).

Quoiqu'elle intervienne dans un très grand nombre de cas, il y en a où son concours est exclu (tel le bistre de manganèse). Tandis qu'il y a un caractère commun à toutes les teintures : elles résistent au lavage et au frottement.

Il y a adhérence entre la matière colorante et la fibre textile. En un mot, l'affinité entre souvent en jeu ; tandis que l'adhérence, forme de la *cohésion*, intervient toujours. Cette dernière est un cas particulier de l'attraction de la matière pour la matière, comme l'affinité chimique, et, comme cette dernière, elle n'agit qu'au contact parfait. Ce qui distingue ces deux forces, c'est que l'affinité s'exerce sur des corps de nature différente, qu'elle unit en proportions définies; tandis que la cohésion, moins limitée dans son action, réunit aussi bien des corps de même nature que des corps différents, et qu'elle n'est pas liée par la loi des proportions.

(¹) *Dosage chimique de petites quantités d'oxyde de carbone dans l'air* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7ᵉ série, t. XIV, 1908, p. 565-575).

(²) Rosenstiehl, *Des forces qui interviennent dans la teinture* (*Soc. chim. de Paris*, t. XI, janv. 1894, p. 44).

C'est cette dernière propriété qui la rend si intéressante pour la teinture.

La manière dont elle entre en action ne l'est pas moins, et c'est sur ce point spécial qu'il me paraît utile d'appeler l'attention.

I. Quand deux corps se trouvent en contact parfait, il y a soudure instantanée.

Les expériences des bulles mariées, des glaces superposées, celle des calibres en acier récemment signalée par M. Johansson (¹) montrent des cas de soudure par simple contact, entre substances de même nature.

L'accident bien connu des essoreuses ou des roues de wagon, dont les coussinets en bronze se soudent subitement aux axes en acier, pendant la rotation rapide, dès que le graissage fait défaut, représentent des cas de soudure de corps de nature différente.

II. Pour que ces exemples puissent s'appliquer à la teinture, il faut montrer que la présence d'un liquide, au moment du contact, n'est pas un obstacle. Il suffit de rappeler l'argenture du verre, l'argenture, la dorure, etc. des métaux par voie humide.

L'adhérence a lieu à la condition toutefois : 1° que le corps qui doit se déposer soit à l'état de dissolution parfaite; 2° que celui qui doit recevoir le dépôt présente une surface bien nette.

Ces deux conditions se retrouvent dans la teinture, qui exige la dissolution parfaite du colorant et la purification préalable de la fibre.

III. Pour effectuer le contact parfait entre deux corps solides, une pression extérieure est, en outre, nécessaire. C'est elle qui amène la suppression des distances. On sait que les corps en poudre ou en lames peuvent être agglomérés par la pression au point de former des corps solides d'autant plus durs que la pression a été plus énergique. L'adhérence ainsi obtenue est permanente. La pression favorise le contact parfait, le contact amène la soudure; la soudure, c'est la cohésion en action.

IV. Mais comment obtenir cette pression dans un milieu liquide, et qui soit capable de favoriser le contact parfait entre un corps dissous et un corps solide plongé dans ce liquide?

Pour concevoir ce moyen, il faut se rappeler qu'un corps parfaitement dissous se comporte comme un gaz ou une vapeur, dans le milieu constitué par le dissolvant. Il en occupe tout l'espace et il exerce sur les parois de la masse liquide une pression qui tend à en augmenter le volume.

L'osmose est une conséquence de cette pression, ainsi que je l'ai démontré déjà en 1870 (²).

(¹) CARPENTIER, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, avril 1909, p. 896.

(²) ROSENSTIEHL, *loc. cit.*, t. LXX, juillet 1870, p. 617.

Les molécules du corps dissous se repoussent, et le dissolvant agit comme agit le vide vis-à-vis d'un corps volatil, c'est-à-dire comme une absence de pression.

Inversement, l'insolubilité représente une pression indéfinie, et toute diminution de solubilité est l'équivalent d'une augmentation de pression exercée sur les molécules du corps dissous.

V. Le moyen de diminuer la solubilité d'un corps dans un milieu donné est bien connu : il suffit d'introduire dans ce milieu un autre corps soluble, chimiquement inactif. Ce moyen est employé industriellement pour précipiter les matières colorantes, et aussi certaines matières incolores, de leur dissolution.

Il consiste à y ajouter du chlorure de sodium.

L'augmentation de pression intérieure ainsi produite correspond à une diminution de volume, à une condensation qui va jusqu'à la solidification.

VI. Il est intéressant de remarquer qu'en teinture le même moyen est employé dans les cas où l'on ne peut compter sur l'intervention de l'affinité chimique, soit dans les cas de teinture de fibre non mordancée.

La teinture est alors favorisée par l'addition au bain de teinture de sels solubles divers : des sulfates, chlorures, phosphates, borates alcalins.

C'est aussi ainsi qu'agit l'acide sulfurique dans la teinture de la laine et de la soie.

M. Sisley (1) a montré par des expériences élégantes que, contrairement à l'opinion admise, cet acide n'agit pas en saturant les bases des sels, qui constituent les matières colorantes sulfonées.

Son action est purement physique : il diminue la solubilité des substances qu'il s'agit de fixer.

VII. L'exemple le plus démonstratif de l'action physique des sels dans la teinture est fourni par le *rouge Saint-Denis*, découvert en 1887 par M. Noelting et par moi. Ce colorant azoïque est dérivé de l'azoxyorthotoluidine et du sulfonaphtol-1.4; malgré ses brillantes qualités, il eût été sans emploi si les idées directrices qui viennent d'être exposées n'avaient pas indiqué la voie qui devait conduire aux applications.

En effet, le *rouge Saint-Denis* ne teint le coton non mordancé ni en bain neutre ni en bain acide. Il ne le teint qu'en milieu alcalin concentré et chaud, et en présence d'un grand excès de matière colorante, moyen trop coûteux.

On a réussi à obtenir une bonne teinture, en liqueur alcaline étendue (3 à 5 parties de colorant pour 100 de coton et 2 à 3000 parties d'eau), en ajoutant au bain de teinture une quantité de sel marin suffisante pour précipiter le colorant à froid, insuffisante pour le précipiter à chaud. Dans ces conditions, la solution étendue et salée

(1) SISLEY, *Revue générale des Mat. col.*, t. XII, janvier 1909, p. 225.

teint aussi bien que la solution concentrée et alcaline, et le bain s'épuise à peu près.

VIII. L'addition du chlorure de sodium à la solution étendue lui a conféré les propriétés de la solution concentrée.

Cette concentration est l'effet de la pression osmotique. Celle-ci a amené le contact intime entre la fibre et le colorant. Dès que la molécule colorée a touché la fibre, elle y demeure désormais fixée. Le temps nécessaire à l'épuisement du bain est celui exigé par la mise en contact successive de la fibre et de toutes les molécules dissoutes.

L'entrée en action de la cohésion suffit à expliquer le phénomène de la teinture, et la pression osmotique est l'un des moyens dont nous disposons pour mettre la cohésion en action.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Procédé de dosage rapide de l'aluminium métallique.* Note (¹) de M. E. **Kohn-Abrest**, présentée par M. Armand Gautier.

On se préoccupe, à juste raison, de trouver pour le dosage de l'aluminium métallique des méthodes pratiques et rapides. J'ai déjà eu l'occasion d'en indiquer plusieurs qui permettent d'apprécier la quantité d'oxyde qui existe dans l'aluminium. La méthode qui fait l'objet de la présente Note a trait au dosage direct de l'aluminium métallique, qu'on n'avait pas encore effectué.

Dans un Mémoire publié récemment (²), j'ai étudié l'action du gaz chlorhydrique sur l'aluminium; on tire de cette étude un procédé de dosage direct de l'aluminium métallique.

En chauffant vers 300°, dans un courant successif d'hydrogène et de gaz chlorhydrique, une nacelle renfermant quelques décigrammes d'aluminium, placée au sein d'un tube de forme spéciale, on obtient *d'une part :* un résidu fixe dans la nacelle qui peut renfermer l'oxyde d'aluminium, du fer, des quantités variables de chlore et différentes impuretés dont l'examen est plus ou moins utile (³). On obtient *d'autre part :* un sublimé de chlorure d'aluminium renfermant de très faibles proportions de perchlorure de fer et des traces de chlorhydrate d'ammoniaque dues à la décomposition par le gaz chlorhydrique de l'azoture d'aluminium dont il est permis de supposer l'existence constante à l'état de traces dans l'aluminium industriel.

Le silicium, en tant qu'impureté de l'aluminium, est volatilisé et com-

(¹) Présentée dans la séance du 2 août 1909.

(²) *Bull. Soc. chim.*, 20 juillet 1909.

(³) *Ibid.*, 20 juillet 1909.

plètement entraîné par le courant gazeux à l'état de silici-chloroforme (¹). Un simple dosage du chlore, à défaut du dosage d'aluminium à l'état d'alumine, effectué sur le chlorure d'aluminium recueilli par sublimation, permet d'obtenir directement la quantité d'aluminium métallique.

La difficulté du procédé consiste dans la condensation des vapeurs de chlorure d'aluminium et sa dissolution dans l'eau. On satisfait très aisément à ces deux conditions sans pertes notables par des précautions spéciales. Le dispositif comprend :

Un appareil à hydrogène pur et sec; un appareil producteur de gaz chlorhydrique pur (par le jeu d'un robinet à deux voies, on peut envoyer à volonté, à travers le tube à expérience, l'un ou l'autre des deux gaz); un tube à expérience (longueur, 75^{cm}; diamètre, $1^{cm},6$) dont une extrémité est mastiquée dans un matras bitubulé de 500^{cm^3} de capacité environ; ce matras communique avec un flacon laveur de 300^{cm^3} de capacité, bouché à l'émeri, et dont les deux tubulures portent chacune un robinet; ce flacon communique lui-même avec un flacon laveur à acide sulfurique, etc.

Le tube est chauffé à une faible distance de son orifice antérieur par une très courte grille à gaz.

L'appareil étant desséché, on introduit une nacelle renfermant l'aluminium en poudre ou en rognures, dans la région du tube chauffée par la grille. Après un chauffage vers 300° dans un courant d'hydrogène maintenu pendant 10 minutes, on fait agir le gaz chlorhydrique; le courant doit être assez rapide; au bout de quelques minutes l'attaque se produit. Il est nécessaire de refroidir le matras par un courant d'eau froide afin de diminuer autant que possible les condensations de chlorure dans le flacon communiquant avec ce matras. Seules, les premières portions du chlorure qui se forme ont une tendance à se condenser au delà du matras; la presque totalité, au contraire, se condense dans le tube, et un courant très rapide de gaz chlorhydrique ne parvient pas à déplacer le chlorure condensé.

Lorsque les globules incandescents produits au cours de l'attaque du métal ont complètement disparu, on arrête le dégagement de gaz chlorhydrique et on laisse refroidir la nacelle dans un courant d'hydrogène; dans ces conditions, les dernières traces de gaz chlorhydrique libre sont chassées. On retire la nacelle; après pesée de son contenu, on y dose, s'il le faut, le chlore et le fer. Dans certains cas, ces dosages sont inutiles; le résidu obtenu est alors formé d'écailles et de houppettes porcelainées et très blanches.

Il ne reste qu'à dissoudre dans l'eau le chlorure d'aluminium condensé dans tout l'appareil. On y parvient sans pertes en réalisant un vide partiel dans l'appareil et en y faisant pénétrer l'eau avec rapidité (²). La solution est amenée à un volume connu : on en consacre une partie au dosage du chlore, une autre portion peut servir au

(¹) Buff et Wöhler, *Conditions de formation du silici-chloroforme* (*Ann. Chim. Pharm. Liebig.*, 1857).

(²) Voir le Mémoire : *Annales de Chim. analyt.*, août 1909.

dosage du fer. Dans la plupart des cas, ce dosage du fer, dont les proportions sont trop minimes, n'est pas nécessaire.

Cette méthode permet de doser très rapidement l'aluminium métallique et l'oxyde. Par un dosage parallèlement conduit du silicium total et du fer, on est en mesure d'effectuer assez complètement les analyses de l'aluminium industriel et sans doute aussi des alliages où l'aluminium est uni aux métaux qui donnent, avec le gaz chlorhydrique, des chlorures peu volatils.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essais de benzidination dans les séries du diphényle, du diphénylméthane et du diphényléthane.* Note de M. **H. Duval.**

Depuis mon dernier Mémoire sur ce sujet (*Comptes rendus,* t. CXLII, p. 341), j'ai cherché à généraliser la question, et j'ai étudié l'effet des agents de benzidination sur les hydrazoïques, dans lesquels les deux noyaux aromatiques sont soudés ou rattachés par une chaîne carbonée grasse (dérivés du diphényle, du diphénylméthane, du diphényléthane).

De cette étude je crois pouvoir conclure que :

1° Les dérivés du diphényle se comportent d'une façon spéciale, en ce sens qu'ils restent inaltérés par le chlorure stanneux, comme l'a montré Täuber pour l'hydrazodiphényle, ainsi que par l'action de l'acide chlorhydrique bouillant.

2° Dans tous les autres cas, le chlorure stanneux en solution chlorhydrique bouillante, agissant en excès sur le dérivé azoïque, fournit toujours régulièrement le dérivé aminé, par simple réduction du groupement fonctionnel des hydrazoïques (azodiaminodiphénylméthane, azotétraméthyldiaminodiphénylméthane, azodiphénylméthane-dicarbonate d'éthyle, azodiphényléthane).

3° En ce qui concerne l'action de l'acide chlorhydrique bouillant sur les hydrazoïques, la nature des groupements substitués sur le noyau intervient pour orienter la réaction dans un sens ou dans un autre :

α. Avec les dérivés substitués électropositivement (hydrazodiaminodiphénylméthane, hydrazotétraméthyldiaminodiphénylméthane), on obtient un dérivé de l'acridine.

β. Lorsque le noyau est substitué électronégativement, comme dans le diphénylméthane-dicarbonate d'éthyle par exemple, il ne se forme pas d'acridine; une quantité notable de l'hydrazoïque s'oxyde et se retrouve sous forme d'azoïque.

La réduction du dinitrodiphényléthane et celle du dinitrotétraméthyldiaminodiphénylméthane en dérivés azoïques n'ont pu se faire sans modifier les méthodes habituelles; il fallut, dans le premier cas, substituer la baryte à la soude, dans la réduction par la poudre de zinc, et, dans le second cas, opérer en milieu pyridique dans les conditions qui sont indiquées ci-dessous.

Azotétraméthyldiaminodiphénylméthane. — Dissoudre 25g de dinitrotétraméthyldiaminodiphénylméthane dans 300^{cm^3} de pyridine, ajouter 40g de poudre de zinc, 75^{cm^3} d'eau et 30^{cm^3} d'acide chlorhydrique, puis chauffer au bain-marie. Après décoloration, laisser reposer, essorer, puis précipiter par l'eau; redissoudre le précipité dans l'alcool, alcaliniser et oxyder par un courant d'air. Réduire encore cette solution par la soude et la poudre de zinc, et l'oxyder par un courant d'air, puis essorer et faire cristalliser le produit dans l'alcool. Paillettes rouges fondant à 213° :

$$\begin{array}{c} \diagup N = N \diagdown \\ (CH^3)^2N - C^6H^3 - CH^2 - C^6H^3 - N(CH^3)^2. \end{array}$$

Acide azoxydiphénylméthane-dicarbonique. — On ajoute, à 1g de dinitrodiphénylméthane-dicarbonate d'éthyle dissous dans 35^{cm^3} d'alcool, 4^{cm^3} d'eau, 10^{cm^3} de solution normale de chlorhydrate d'ammoniaque et 4g de poudre de zinc; on chauffe 5 minutes à l'ébullition, on essore, on fait passer un courant d'air dans la solution rendue alcaline, puis on acidifie et on laisse reposer. On essore enfin et l'on fait cristalliser par ébullition de la solution aqueuse du sel de pyridine.

Azodiphénylméthane-dicarbonate d'éthyle. — On réduit 1g d'azoxydiphénylméthane-dicarbonate d'éthyle, obtenu en éthérifiant l'acide précédent par l'alcool et l'acide sulfurique, et dissous dans l'acide acétique dilué, par la poudre de zinc, puis chauffant jusqu'à décoloration. On décante, on précipite par l'eau, on essore, on dissout le produit dans le chloroforme, on le traite par l'oxyde de mercure et on le fait cristalliser dans un mélange de chloroforme et d'alcool. Paillettes jaunes, fondant à 233° :

$$\begin{array}{c} \diagup CH^2 \diagdown \\ CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N - C^6H^3 - CO^2C^2H^5. \end{array}$$

Azodiphényléthane. — Dissoudre, d'une part, 2g de dinitrodiphényléthane dans 60g d'alcool, et, d'autre part, 3g,5 d'hydrate de baryte dans 40g d'eau; mélanger les solutions bouillantes, ajouter 8g de poudre de zinc et chauffer au bain-marie jusqu'à décoloration; essorer, traiter par l'oxyde de mercure, précipiter la baryte par le gaz carbonique, essorer, concentrer au bain-marie et ajouter 1^{cm^3} d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{10}$; extraire à l'éther, chasser l'éther et faire cristalliser dans l'alcool à 50 pour 100 après traitement au noir animal.

Aiguilles jaunes, fondant à 112°,5 :

$$C^6H^4 \left\langle \begin{array}{c} CH^2 - CH^2 \\ N = N \end{array} \right\rangle C^6H^4.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétal éthylique de l'aldéhyde tétrolique.* Note de M. **P.-L. Viguier**, transmise par M. A. Haller.

Claisen [1] ayant obtenu l'aldéhyde propargylique à partir de l'acroléine, je me suis proposé d'appliquer la même série de réactions à l'aldéhyde crotonique, de façon à obtenir l'aldéhyde tétrolique $CH^3 - C \equiv C - CHO$. N'ayant pas encore réussi à l'isoler à l'état de pureté, je me bornerai dans la présente Note à indiquer sommairement les corps intermédiaires rencontrés jusqu'ici dans ce travail.

Aldéhyde bibromobutyrique $CH^3 - CHBr - CHBr - CHO$. — L'aldéhyde crotonique fixe très facilement le brome.

En opérant en solution chloroformique et en refroidissant, on constate que la décoloration du brome s'arrête très nettement à la quantité théorique, et sans qu'il apparaisse d'acide bromhydrique. Mais, comme l'avait déjà constaté Newbury [2], le liquide obtenu après avoir chassé le chloroforme sous pression réduite ne peut être distillé, même sous une pression de 13mm, sans se décomposer; de plus, il ne se conserve pas. Le poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans l'acide acétique, a été trouvé égal à 237 (théorie : 230) en opérant sur le corps récemment préparé; mais les nombres obtenus augmentent rapidement si l'on répète l'opération après quelques heures (on trouve 316 après quelques jours); finalement le liquide, primitivement clair, se transforme en un goudron noir qui se détruit avec dégagement d'acide bromhydrique.

L'aldéhyde, récemment préparé, oxydé à froid par la quantité théorique d'acide azotique, a donné à peu près quantitativement l'acide αβ-dibromobutyrique fondant à 87°-88°.

Acétal αβ-bibromobutyrique. — L'aldéhyde précédent a été facilement transformé en acétal par la méthode de Claisen [3] (action sur l'aldéhyde, à froid, d'un mélange d'alcool absolu et de chlorhydrate d'éther formoimidé).

J'ai ainsi obtenu un liquide incolore, un peu huileux, d'odeur faible et non piquante, bouillant à 113°-114° sous 13mm, auquel l'analyse et la cryoscopie dans l'acide acétique assignent bien la formule $CH^3 - CHBr - CHBr - CH(OC^2H^5)^2$. Ayant d'ailleurs constaté que la distillation altérait toujours un peu ce corps et parfois même produisait sa décomposition totale (sans doute quand il n'avait pas été parfaitement séché et

(1) Claisen, *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. XXXI, 1898, p. 1021.
(2) Newbury, *Am. chem. J.*, t. V, 1883, p. 112.
(3) Claisen, *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. XXXI, 1898, p. 1010.

privé de traces d'acide), je me suis borné dans la suite à employer le produit brut, qui se conserve parfaitement.

Acétal bromocrotonique $C^3H^4Br - CH(OC^2H^5)^2$. — L'enlèvement de 1^{mol} d'acide bromhydrique à l'acétal bibromobutyrique est réalisé facilement et d'une façon à peu près quantitative de la façon suivante :

On dissout 1^{at} de sodium dans assez d'alcool pour que la solution ne cristallise pas à froid, et l'on verse cette solution froide peu à peu et en agitant dans 1^{mol} d'acétal bibromobutyrique; le dépôt de bromure de sodium est instantané; on le sépare à la trompe après avoir dilué par de l'éther anhydre. On chasse ensuite au bain-marie l'éther et l'alcool et l'on distille le résidu sous pression réduite : la majeure partie passe entre 80° et 90° sous 15^{mm} et, par rectification, on isole un liquide incolore, mobile, d'odeur faible et aromatique, bouillant à 86° sous 15^{mm}, qui constitue l'acétal bromocrotonique

$$[d_{0^\circ} = 1,247;\quad d_{21^\circ} = 1,2255;\quad n^{D}_{21^\circ} = 1,4565;\quad RM = 49,51 \text{ (calculé } 49,77)].$$

Aldéhyde bromocrotonique $C^3H^4Br - CHO$. — L'acétal précédent est décomposé par les acides avec la plus grande facilité.

Pour isoler l'aldéhyde bromocrotonique, il suffit d'agiter quelque temps l'acétal avec de l'eau acidulée au $\frac{1}{20}$ par l'acide sulfurique; on sépare ensuite la couche huileuse inférieure, à laquelle on ajoute le produit de l'extraction à l'éther de la couche aqueuse. Ce mélange est séché sur le chlorure de calcium et distillé d'abord sous la pression ordinaire pour chasser l'éther, puis sous pression réduite. L'aldéhyde bromocrotonique ainsi obtenu est un liquide très légèrement coloré en jaune, d'une odeur extrêmement piquante, irritant fortement les yeux et bouillant à 63°-64° sous 14^{mm}. Il s'oxyde rapidement à l'air, réduit à froid la liqueur de Fehling et se combine facilement à l'hydroxylamine et à la semicarbazide pour donner des dérivés cristallisés.

Acétal tétrolique $CH^3 - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$. — Tandis que l'enlèvement de la première molécule d'acide bromhydrique se fait facilement, celui de la seconde est particulièrement pénible et donne de mauvais rendements.

Si l'on opère avec la potasse sèche ou alcoolique, à une température telle que les produits de la réaction distillent sous la pression ordinaire, on obtient un liquide complexe d'odeur forte et pénétrante, bouillant de 130° à 180°, et qui contient, outre l'acétal acétylénique cherché, plusieurs produits secondaires dont je poursuis l'étude, qui ne se séparent que très difficilement par distillation. On diminue beaucoup la proportion de ces derniers produits en opérant l'attaque de l'acétal bromocrotonique par la potasse sèche ou alcoolique au voisinage de 100°, et en extrayant les produits de la réaction sous pression réduite. Le liquide obtenu est ensuite fractionné; on recueille séparément la portion inférieure à 75° (sous 15^{mm}) et la portion supérieure,

cette dernière étant surtout formée d'acétal bromocrotonique inaltéré. De la première portion on tire finalement un liquide incolore, d'odeur faible et agréable, bouillant à 62°-65° sous 15mm, ou à 163°-166° sous la pression ordinaire : l'analyse montre que c'est l'*acétal tétrolique* sensiblement pur ($d_{0^\circ} = 0,915$, $d_{23^\circ} = 0,8945$, $n^{D}_{23^\circ} = 1,427$). La réfraction moléculaire déduite de ces données est 40,76; elle s'accorde bien avec la valeur théorique (40,41) calculée en adoptant pour coefficient de réfraction de la liaison acétylénique le nombre donné par Moureu [1]. Cet acétal est peu soluble dans l'eau; il précipite en blanc la solution de bichlorure de mercure et n'agit pas sur le chlorure cuivreux ammoniacal. Les acides étendus l'hydrolysent certainement, car le mélange prend rapidement une odeur piquante due, sans doute, à l'aldéhyde, dont on constate d'ailleurs facilement les propriétés réductrices; mais jusqu'ici je n'ai pu isoler aucun produit défini dans cette réaction, la majeure partie semblant se polymériser ou se détruire à la distillation.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques maladies parasitaires du Cannellier de Ceylan.* Note de MM. **D. Bois** et **C. Gerber**, transmise par M. Bouvier.

A Java et à Ceylan, les cultures de *Cinnamomum zeylanicum* Nees sont, depuis plusieurs années, atteintes d'une maladie très particulière que l'un des auteurs de cette Note a observée le premier, au cours d'un voyage en Extrême-Orient, en 1902-1903.

L'examen des nombreux échantillons recueillis montra à l'autre auteur que cette maladie était due à un Acarien nouveau, du groupe des Eriophyideæ : l'*Eriophyes Boisi* Gerb.

Les feuilles malades et l'Acarien galligène furent présentés à la Société botanique de France et à l'Association française pour l'avancement des Sciences, en août 1904 : une Note préliminaire fut insérée dans les recueils de ces deux Sociétés [2].

---

(1) Moureu, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 37.

(2) *Bull. Soc. bot. Fr.*, t. LI, et *Bull. Ass. fr. av. Sc.*, Congr. Reims, 1904. La galle découverte par W. Docters van Leeuwen-Reijnvaan, à Salatigat et aux environs de Sœrakarta (Java), en 1908 (*Mededeelingen van het Algemeen-Proefstation Culturgids*, t. X, 1908, p. 109), est identique à l'une des formes de la nôtre. Quant au parasite nommé récemment *Eriophyes Doctersi*, par Nalepa (*Marcellia*, mars 1909), il n'est autre chose que notre *E. Boisi* Gerb., nom qu'il doit conserver définitivement; d'ailleurs, le savant monographe des Eriophyideæ voulait dédier cet Acarien « nach dem ersten Untersucher ».

Étant donnée l'importance de la question, nous nous sommes livrés à une minutieuse enquête auprès des savants directeurs des Jardins de Buitenzorg (Java) et de Ceylan : MM. Treub, Willis et Green. Grâce aux nombreux échantillons et aux précieux renseignements qu'ils nous ont fournis au cours des années 1906-1907, il nous a été possible d'étudier plus complètement cette nouvelle maladie du Cannellier, et de la différencier d'une autre maladie, également nouvelle, que M. E. Green a eu l'obligeance de nous signaler.

C'est le résumé de cette étude que nous allons donner dans cette Note.

Les feuilles du Cannellier portent fréquemment, soit sur leurs deux faces, soit sur une seule (la face inférieure le plus souvent), des pustules d'un brun plus ou moins foncé tranchant avec le vert du reste de la feuille. Ces pustules sont, de préférence, localisées le long des trois ou cinq nervures principales ou des nombreuses nervures secondaires qui s'en détachent. La face de la feuille opposée à celle où ces pustules proéminent présente des plages brunes, un peu déprimées, correspondant à ces dernières.

Un examen plus approfondi permet de distinguer deux types dans ces pustules :

A. Les unes occupent généralement la face supérieure; elles sont toutes de mêmes dimensions, cylindro-coniques, hautes de 2^{mm} à 3^{mm}, larges de 1^{mm} à 2^{mm}, à surface lisse, d'un brun peu foncé, sans ouverture au sommet. Les plages correspondantes de la face inférieure de la feuille sont bien délimitées et présentent, en leur centre, un point plus foncé ou une petite ouverture. M. E.-Ernest Green, à qui nous sommes redevables de cette galle, l'attribue à la larve d'un Psyllide. Les pieds de Cannellier attaqués sont peu nombreux et ne semblent pas souffrir. Les feuilles, d'ailleurs, conservent leur forme et leurs dimensions habituelles.

B. Les autres occupent le plus souvent la face inférieure ou les bords de la feuille. Elles sont très inégales, atteignent assez fréquemment 1^{cm} en hauteur et en largeur, mais, le plus souvent, ne dépassent pas 4^{mm} à 5^{mm} de diamètre. Les plages correspondantes de la face supérieure sont brunes, assez en retrait et un peu ondulées, parfois lobées. Toujours ces pustules déforment la feuille, qui se recourbe au voisinage de chacune d'elles; leur nombre varie et, lorsqu'elles sont assez abondantes, elles rendent méconnaissable la feuille dont le limbe, contourné en tous sens, est plus ou moins atrophié.

1° Tantôt ces pustules sont un peu rétrécies à leur base et terminées par une légère pointe au sommet; leur surface est lisse, d'un brun verdâtre foncé, lobée; elles présentent une petite ouverture à leur sommet apiculé; l'intérieur est divisé en autant de compartiments qu'il y a de lobes, par des cloisons incomplètes, auxquelles s'ajoutent, fréquemment, des cloisons supplémentaires. Ces cloisons et les autres parois des compartiments sont tapissées de nombreux poils argentés.

2° Tantôt, au contraire, ces pustules sont hémisphériques ou allongées dans le sens

des nervures, sans ouverture apicale; leur surface est rugueuse, d'un brun foncé, formée de petites cupules; l'intérieur est constitué par un nombre considérable de petites cavités disposées sans ordre et tapissées de poils.

Assez souvent, la feuille, en dehors de ces pustules, présente, sur la même face, des plages de dimensions variables, parfois petites, généralement grandes, rugueuses au toucher; ces plages sont formées des mêmes cupules que la surface des pustules précédentes, visibles à la loupe, nombreuses, disséminées. Ce sont les bords de ces petites cupules qui déterminent la rugosité de la plage.

Parfois ces cupules sont très rapprochées et leur ensemble s'élève un peu au-dessus du niveau de la feuille. La plage ainsi surélevée est assez fréquemment séparée du reste de la feuille par un léger rebord constitué par la prolifération des tissus sains environnants (généralement des nervures bordant la plage). C'est ce rebord qui, lorsque les cupules sont encore plus nombreuses et plus rapprochées, accentue en capsule cette sorte de bourgeon, pour constituer les pustules à surface lisse.

Dans les cupules des plages rugueuses et des pustules nues, dans les cavités de celles-ci et les chambres des pustules encapsulées, pullulent de nombreux individus de l'*Eriophyes Boisi* Gerb., dont les femelles sont caractérisées principalement par :

1° Le corps allongé, grêle, cylindrique (long. 225^{μ}; larg. 48^{μ});

2° Les nombreux anneaux ponctués (100);

3° Le bouclier céphalique en demi-cercle, petit et à ornementation linéaire complexe;

4° L'épigynium assez éloigné, en arrière, des épimères de la seconde paire de pattes;

5° Le decklappe à raies longitudinales peu marquées;

6° Les soies génitales courtes et situées à la base de l'appareil génital.

Cette sorte de *cancer* des Cannelliers se rencontre communément à Ceylan; mais elle ne semble pas, jusqu'ici, influer défavorablement sur la valeur des écorces; aussi est-elle complètement négligée par les cultivateurs.

Il n'en est pas de même à Java, et, en particulier, au Jardin d'essai de Tjikeumeuh. Là tous les Cannelliers sont plus ou moins contaminés, mais les jeunes arbres paraissent plus particulièrement souffrir.

On a essayé, nous dit M. Treub, d'enrayer la maladie en faisant enlever les feuilles attaquées, mais à peu près sans succès. D'ailleurs cette méthode, ajoute-t-il, ne serait guère applicable aux vieux arbres porte-graines, de taille trop élevée.

Peut-être peut-on espérer mieux de la méthode parasitaire. M. E. Green a observé en effet le développement, dans les galles de l'*Eriophyes Boisi* Gerb., d'un Hyménoptère Traconide qui, probablement, nous écrit-il, détruit ces Acariens. Nous poursuivons des recherches dans cette voie.

PATHOLOGIE. — *Vaccination antituberculeuse des Bovidés.* Note de M. **Rappin**, présentée par M. A. Laveran.

Au cours des travaux que je poursuis depuis 1894 sur l'immunisation contre la tuberculose, j'ai été amené à constater que, de toutes les substances issues du bacille de Koch, celles que renferme le protoplasma de ce bacille possèdent les propriétés les plus actives pour la production des phénomènes qui caractérisent l'immunité.

Depuis longtemps, d'ailleurs, Koch avait posé le problème, lorsqu'il essayait de modifier le bacille tuberculeux par l'emploi de certains réactifs chimiques; mais il avait reconnu en même temps la difficulté d'obtenir des modifications convenables de ce bacille sans détruire les propriétés immunisantes.

Il fallait donc rechercher une substance capable à la fois d'enlever toute virulence au bacille et de ménager l'activité des corps bacillaires pour que l'injection des bacilles ainsi modifiés fut encore susceptible de susciter de la part de l'organisme les réactions d'immunisation.

C'est cette formule que je crois avoir enfin réalisée par l'emploi de composés dérivés du fluor et, plus spécialement, du fluorure de sodium, en faisant agir des solutions convenablement titrées de ce composé, soit directement sur les bacilles humains et bovins, sans modification préalable, soit après leur avoir fait subir un certain degré de dégraissage suivant les méthodes usuelles.

Après avoir pendant plus de deux années expérimenté les bacilles ainsi préparés chez le cobaye, et avoir obtenu des résultats suffisamment démonstratifs contre l'infection tuberculeuse expérimentale, j'ai, depuis la fin de 1907, grâce à l'aide de la Caisse des Recherches scientifiques et de l'Association pour l'avancement des Sciences, fait porter mes expériences sur des Bovidés. Cette espèce animale se prête merveilleusement à des tentatives de ce genre. En même temps qu'elle présente une très grande sensibilité au virus tuberculeux, elle facilite, par la taille des sujets, l'introduction par la voie intraveineuse des virus vaccins dont tous les éléments se trouvent ainsi disséminés d'une façon pour ainsi dire homogène dans tous les points de l'organisme.

L'infection tuberculeuse revêt en effet une modalité particulière suivant laquelle le virus, plutôt localisé dans les tissus, y exerce ses effets d'abord localement; aussi, contre cette infection, convient-il de rechercher un pro-

cédé d'immunisation qui dissémine les éléments vaccinants dans tous les tissus. C'est dans cette voie que, depuis 1908, j'ai dirigé mes tentatives, d'abord chez le chien et maintenant chez les Bovidés.

Pendant le cours de l'année dernière, j'ai vacciné ainsi plusieurs animaux : d'abord deux génisses, l'une de race croisée de pays nantais et vendéen, âgée de 5 mois et demi au début de mes expériences, l'autre, âgée de 3 mois et de race nantaise pure, enfin un jeune taureau de race croisée de Bretagne et de Normandie, âgé de 2 mois.

Ces trois animaux ont reçu, pendant plusieurs mois et à des doses variables, les bacilles modifiés suivant ma méthode, puis ils ont été soumis à des époques différentes, d'abord à l'inoculation de contrôle à la tuberculine, et ensuite à l'inoculation virulente que subissait dans le même temps un quatrième animal, un taureau témoin de race bretonne pure, âgé de 3 mois.

Le 14 novembre 1908, j'ai d'abord injecté les deux taureaux dans la jugulaire, chacun avec 3^{mg} de voile de culture de tuberculose bovine de virulence éprouvée. Les deux génisses ont été inoculées avec le même virus à la dose de 4^{mg}, la première le 6 janvier, la seconde le 26 janvier de cette année, et voici résumés les résultats de ces expériences.

Tandis que chez l'animal témoin, le tracé thermique pris chaque jour a accusé dès le début, et 13 à 14 jours après l'inoculation virulente, tous les phénomènes de l'infection tuberculeuse en évolution, la courbe des autres animaux a présenté dans son ensemble une régularité et une constance qui montrent déjà le degré de résistance qui leur a été conféré. L'état général des vaccinés depuis 9 mois chez l'un, 7 et 6 mois chez les deux autres, est demeuré excellent, et l'examen clinique pratiqué par MM. Dauly et Pécard, vétérinaires à Nantes, ne décèle aujourd'hui chez eux aucun signe de lésions organiques.

Au contraire, le témoin présente à l'auscultation des signes non douteux de tuberculisation pulmonaire : on compte de 40 à 50 mouvements respiratoires par minute; la respiration est entrecoupée, suspirieuse; l'abdomen très développé, le poil terne, la peau sèche et collée au tissu sous-jacent; enfin l'épreuve de la tuberculine pratiquée il y a 20 jours a fait monter la température de 2° au-dessus de la moyenne des jours précédents.

L'observation de la génisse la plus âgée est particulièrement démonstrative : cet animal tuberculinisé, en effet, 5 semaines après l'inoculation virulente, avait fortement réagi; éprouvé depuis le 20 juillet dernier, c'est-à-dire près de 6 mois après, il n'a accusé aucune réaction thermique, témoignant ainsi de la résorption complète à la fois des bacilles virulents et des bacilles vaccins.

Enfin la recherche du pouvoir agglutinant a montré que pour le témoin la réaction ne dépasse pas $\frac{1}{15}$, tandis que chez les vaccinés elle se produit très nettement à $\frac{1}{80}$ et dépasse certainement de beaucoup ce terme.

De l'ensemble de ces faits, aussi bien que de tous ceux que j'ai réunis depuis plusieurs années dans mes expériences, je crois devoir conclure que, par l'injection intra-veineuse de bacilles de la tuberculose humaine et bovine modifiés par ma méthode, il est possible de conférer aux animaux, et en particulier aux Bovidés, une résistance manifeste à l'injection par voie intravasculaire du virus tuberculeux et que cette résistance ainsi conférée est telle qu'au point de vue clinique elle revêt tous les caractères d'une véritable immunisation. L'emploi de ces bacilles ainsi modifiés est susceptible de constituer la base d'une méthode de vaccination qui dès maintenant pourrait entrer dans la voie d'une application pratique pour lutter d'abord contre la tuberculose de l'espèce bovine.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les glucoses urinaires et les organes affectés, cause de leur apparition.* Note (1) de M. F. **Landolph**.

Mes études urologiques, commencées à Aix-les-Bains, il y a une dizaine d'années déjà, et continuées après dans les laboratoires de MM. les docteurs Albert Robin et Abel Ayerza, à Paris et à Buenos-Aires, peuvent être complétées aujourd'hui par des faits nouveaux et présentant un intérêt médical.

En effet, à chaque espèce de glucosurie ou de diabète correspond, dans les urines, la présence d'un mélange de plusieurs espèces de sucres ou d'hydrates de carbone. On peut supposer que cette diversité répond à des affectations d'organes différentes.

Voici quelques exemples assez caractéristiques pour le moment.

I. Diabète pancréatique. — *Premier cas.* — Déviation polaristrobométrique $+54°$ (2); réduction, glucose 72g; fermentation, glucose 61g; osazone 114g,24, glucose 40g. Point de fusion de cette osazone 189°-190°. Ici nous n'avons qu'une seule osazone. — *Hydrolyse :* déviation $+42°$; réduction 64g; fermentation 48g; osazone 18g. Fusion de cette osazone 184°-185°.

Deuxième cas. — Déviation $+42°,9$; réduction 62g,3; fermentation 55g; osazone 48g; l'osazone principale fond de 187° à 188° et correspond à 42g,6 de glucose, tandis que la seconde osazone, fondant de 172° à 173°, correspond à seulement 5g,5 de glucose. — *Hydrolyse* : déviation $+37°$; réduction 62g,2; fermentation 41g,3; osazone 35g,2. L'osazone principale, laquelle fond de 187° à 188°, correspond à 29g,1 de

(1) Reçue dans la séance du 2 août 1909.

(2) Tous les nombres sont pris pour 1000 unités; $\alpha \times 2,06 =$ glucose pour 1000.

glucose, tandis que l'osazone secondaire, fondant de 173° à 174°, correspond à seulement 6g,1 de glucose.

Troisième cas. — Déviation + 49°,7; réduction 72g; fermentation 64g; osazone 56g,6. La principale osazone, fondant de 181° à 182°, correspond à 37g de glucose; la seconde osazone, laquelle fond de 172° à 174°, correspond à 9g,2 de glucose et la troisième osazone, fondant de 165°-167°, correspond à 10g,5 de glucose. Cette dernière osazone est en relation avec une altération du foie. — *Hydrolyse :* déviation + 41°; réduction 64g; fermentation 69g; osazone 48g,3. Ici l'osazone principale, fondant de 187° à 188°, correspond à 39g de glucose; une seconde osazone, correspondant à 5g,9 de glucose, fond de 179° à 180° et une troisième osazone, fondant de 167° à 168°, correspond à seulement 3g,4 de glucose. Ici nous n'avons point de matières quaternaires azotées, capables de donner également une certaine classe d'osazone ou d'hydrazone, avec un point de fusion aux environs de 100°.

II. Diabète traumatique a la suite de la tuberculose du cerveau. — Déviation + 32°,2; réduction 46g; fermentation, urine crue 44g,4, urine bouillie 48g. — *Hydrolyse :* déviation 21°; réduction 42g,4; fermentation 40g.

III. Diabète traumatique occasionné par une ruade de cheval sur la jambe d'un jeune homme. — Déviation + 20°,4; réduction 37g; fermentation 34g,4. — *Hydrolyse :* déviation + 11°,2; réduction 30g,4; fermentation 24g.

IV. Diabète psychique ou émotionnel. — Déviation + 5°,8; réduction 3g,7; fermentation, urine crue 4g,8, urine bouillie 3g,6.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Conservation et augmentation de digestibilité des pulpes de distillerie et de sucrerie en fosse, ainsi que des fourrages verts ensilés, par une fermentation rationnelle par ensemencement.* Note de M. J. Crolbois, présentée par M. Roux.

Jusqu'ici, pour la conservation des pulpes de distillerie et de sucrerie, on employait les méthodes suivantes :

1° *Presses.* — A la sortie des diffuseurs, les pulpes étaient envoyées dans des presses spéciales, telles que celles de Schœttler, de Klusermann, etc., ce qui permettait d'obtenir des pulpes se gardant assez bien, mais le grand inconvénient de ce système résidait dans la perte d'une très grande partie des substances utiles qui se trouvaient entraînées dans les eaux exprimées.

2° *Évaporation.* — Dans un travail très documenté, M. Bénard (1) a fait connaître les différents systèmes de dessiccation essayés. Les essais ont donné de bons résultats

(1) J. Bénard, *La dessiccation des cossettes de diffusion* (*Journal de l'Agriculture,* 1891, p. 153).

pour la conservation, mais le prix des appareils et du combustible paraît mettre un obstacle à l'emploi de ces procédés.

3° *Ensilage.* — Les pulpes, à leur sortie des diffuseurs, sont simplement déversées dans des silos où elles se trouvent livrées à des fermentations diverses (moisissures, fermentation putride, fermentation alcoolique, fermentation lactique, microbes producteurs de la maladie de la pulpe, etc.), qui, tout en produisant de mauvaises odeurs, sont nuisibles à la santé des animaux auxquels on donne ces pulpes comme nourriture.

Toujours à la recherche d'améliorations, M. Dumont, agriculteur et distillateur à Rouvillers (Oise), a bien voulu, de concert avec M. Bouilliant et moi, procéder à des essais dans son exploitation. Avec des cultures de ferments lactiques accoutumés aux pulpes acides, que nous lui avons fournies, il ensemença d'abord 10^{l} de jus de betteraves sortant de la diffusion, ce qui, au bout de 3 jours, lui permit, en employant 6^{l} de ce jus contenant des ferments en pleine activité, d'ensemencer un cuveau contenant 100^{l} de pulpes fraîches qui servirent après 48 heures à la nourriture de six bœufs. Ces bœufs mangèrent très volontiers les pulpes et, au bout de 3 jours, on put constater que leurs excréments, qui étaient auparavant noirâtres comme cela se voit dans la plupart des fermes de distillerie, étaient devenus verdâtres. De nouveau, six autres bœufs furent mis à l'essai et les résultats constatés furent les mêmes que pour les bœufs précédents.

Dès ce jour, confiant dans les résultats, M. Dumont résolut de continuer l'essai en grand et d'ensemencer ses fosses contenant près de 3000000^{kg} de pulpes; chaque jour il traitait 70000^{kg} de betteraves, ce qui lui donnait environ 40000^{kg} de pulpes qu'il mettait en silos et ensemençait avec un pied de cuve de ferment. Voici les résultats obtenus jusqu'à ce jour :

Depuis l'ensemencement, l'odeur souvent repoussante que l'on constate auprès des fosses à pulpes a disparu pour faire place à une odeur franche, comme celle des pulpes sortant des diffuseurs.

L'engraissement des animaux (bœufs) nourris avec ces pulpes a été hâté de près de 3 semaines à 1 mois.

Il n'y a jamais eu un bœuf constipé ou ayant de la diarrhée.

Un autre fait d'une très grande importance est l'emploi de ces pulpes pour la nourriture des agneaux. Les agriculteurs savent très bien et ont constaté souvent que si l'on donne aux jeunes agneaux des pulpes de distillerie, on est presque sûr d'une mortalité considérable; or, avec cette pulpe traitée, 350 agneaux ont été élevés chez M. Dumont sans aucun accident, et les excréments de ces jeunes animaux étaient de la même couleur que lorsqu'ils sont au pâturage.

En présence de faits aussi concluants, j'ai commencé une étude détaillée sur les différents dosages des produits obtenus comparativement avec pulpes traitées et non traitées et sur les fourrages verts ensilés.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les capsules surrénales et les échanges entre le sang et les tissus.* Note de MM. **J. Athanasiu** et **A. Gradinesco**, transmise par M. A. Chauveau.

Dans un travail antérieur ([1]), nous avons montré que la circulation artificielle avec le liquide de Locke s'accompagne toujours d'une forte infiltration de ce liquide dans les tissus. Cette infiltration est empêchée de se produire si l'on ajoute au liquide circulatoire de l'adrénaline = 1 pour 5000 jusqu'à 1 pour 10000.

En partant de cette constatation, nous avons cherché les modifications du sang et des échanges respiratoires sur les animaux après l'extirpation des capsules surrénales. Nos expériences ont été faites sur le chat et sur le chien, et l'extirpation des deux capsules a été pratiquée généralement dans la même séance.

Dans le *sang*, nous avons *trouvé* d'une façon constante une augmentation dans le nombre de globules rouges par unité de volume ([2]).

Chat, moyenne de 4 expériences :

Globules rouges par millimètre cube de sang avant l'extirpation.........	7 615 500
» après »	12 035 000

Chien, moyenne de 5 expériences :

Globules rouges par millimètre cube de sang avant l'extirpation..........	6 887 000
» après »	9 446 900

Cette augmentation se fait progressivement et nous citons à titre d'exemple l'expérience suivante :

24 juin 1909. *Chat*, poids = 2175g.

Globules rouges dans le sang de l'oreille avant l'extirpation..............	8 153 000
» 10 heures après l'extirpation....	10 000 000
» 13 »	12 818 000
» 17 »	14 620 000

([1]) Athanasiu et Gradinesco, *La circulation artificielle dans les muscles. Action de l'adrénaline sur l'endothélium vasculaire* (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXIV, 1908, p. 613).

([2]) Szymonowicz (*Arch. de Pflüger*, t. LXIV, 1896) a vu cette augmentation dans deux cas et croyait que c'était un accident dû à la diarrhée de ses animaux; Hultgren et Andersson (*Studien zur Physiol. n. Anat. der Nebennieren*, 1 vol., 1899) l'ont attribuée à l'abstinence.

Il ne s'agit point là d'une néoformation d'hématies, mais bien d'une concentration du sang à la suite du passage de son plasma dans le tissu conjonctif interstitiel et dans les cavités séreuses (la cavité péritonéale surtout).

La part du traumatisme opératoire dans la production de ce phénomène est insignifiante.

On ne trouve pas de pareilles modifications sur les animaux témoins, qui ont subi la laparatomie dans les mêmes conditions que ceux décapsulés.

Nous n'avons pas trouvé des modifications appréciables dans la concentration moléculaire du plasma sanguin, ni par la cryoscopie, ni par la conductibilité électrique.

Les *échanges respiratoires* diminuent d'une façon progressive durant la période de survie des animaux décapsulés [1]. Nous avons mesuré ces échanges sur trois animaux : deux chats et un chien. A titre d'exemple, nous donnons l'expérience suivante :

6 janvier 1909. *Chat*, poids = 1900g.

	O^2 consommé par kilogramme et par heure.	CO^2 produit par kilogramme et par heure.	$\frac{CO^2}{O^2}$.
	cm^3	cm^3	
Avant l'extirpation	556,8	554,4	0,97
9 heures après	684	608	0,89
33 »	482	509	1,04
47 »	250,3	223	0,89
53 »	69	210	3

Si l'on ajoute à cela l'hypothermie, qui a été observée par tous les expérimentateurs et dont la marche est aussi progressive, nous croyons pouvoir conclure que la mort des animaux privés des capsules surrénales est due à l'arrêt des échanges entre le sang et les tissus. Les éléments des parois vasculaires, et surtout l'endothélium, ne peuvent plus présider à ces échanges s'ils sont privés de substances (probablement l'adrénaline) que les surrénales déversent continuellement dans le sang.

---

(1) La faible augmentation qui peut être observée peu de temps après l'extirpation est très passagère.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de l'indosé urinaire chez les diabétiques.* Note de MM. **H. Labbé** et **G. Vitry**, présentée par M. A. Dastre.

Donzé et Lambling (*Journ. Phys. et Path. gén.*, 1903) ont montré qu'il existe, dans l'urine normale humaine, une proportion importante de corps organiques qui ne sont point dosés. H. Labbé, Vitry et Touyeras (*Comptes rendus Soc. de Biologie,* juillet 1909), reprenant l'étude de cet indosé urinaire, ont vu qu'il pouvait former jusqu'à 30 pour 100 et plus du contenu organique de l'urine normale, et que cet ensemble de corps se rencontrait aussi dans les urines pathologiques. Suivant la minutie des méthodes d'investigation analytique appliquées aux urines, la quantité de ces matières indosées est susceptible de s'abaisser légèrement; une certaine proportion des principes chimiques qui la constituent peut ainsi passer de la catégorie indosée à la catégorie des corps connus et directement dosés. La proportion des corps qui restent directement indosables et ne peut s'évaluer que par différence dans l'extrait organique urinaire n'en est pas moins considérable à l'heure actuelle, quel que soit le labeur analytique. Nos recherches précédentes (*loc. cit.*) montrent que la quantité des substances indosées dans l'urine de l'homme normal ne varie guère qu'en fonction des protéines ingérées. On peut obtenir dans la plupart des cas la mesure approximative des quantités éliminées en 24 heures, en multipliant l'azote total urinaire par le coefficient empirique 1,21. A l'état pathologique, il n'en est plus ainsi, et l'élimination de l'indosé ne suit plus la règle que nous venons de rappeler. Nous apportons aujourd'hui une première contribution à l'étude de l'indosé des urines pathologiques émises au cours des états glycosuriques. Dans les urines de diabétiques, l'existence, en plus ou moins forte quantité, de substances jusqu'à présent indosées et de fonction chimique se rattachant à celles des hydrates de carbone et des sucres, a été signalée, notamment par Rosin et V. Alfthan (*D. Med. Woch.*, 1900, p. 497). Nous avons lieu de penser que *l'indosé urinaire diabétique* se rattache pour une part à la présence de substances de ce genre.

Nous évaluons de la façon suivante la quantité globale des matières indosées qui, dans les éliminations urinaires des diabétiques, relève de l'influence exercée par l'état morbide du sujet.

L'extrait organique d'une urine de diabétique se compose :

1° De l'ensemble des substances organiques usuellement dosées (urée, sels ammoniacaux, purines, créatinine, etc.).

2° Des substances organiques habituellement indosées. Nous pouvons admettre (sous toutes réserves) que ces substances indosées s'éliminent chez le sujet pathologique en suivant sensiblement la même loi que pour l'individu normal. Ces substances s'évaluent donc, pour la quantité des 24 heures, par le produit de l'azote urinaire du même laps de temps par 1,21.

3° Des substances sucrées connues, glucose, lévulose, etc., usuellement dosées, par la détermination de leur pouvoir rotatoire, ou par celle du pouvoir réducteur qu'elles communiquent à l'urine.

4° Enfin des substances indéterminées et indosées (évaluables par différence entre l'extrait organique et le total des substances dosées normales et anormales), qui, émises dans ces circonstances pathologiques spéciales, pourraient, dès lors, être caractéristiques des états glycosuriques ou diabétiques du sujet. Il est d'autant plus légitime de tabler sur l'existence de semblables corps, qu'on en connaît déjà le fait des éliminations, parfois en grosses quantités, de substances anormales différentes des sucres au cours du diabète. Ces substances sont notamment les dérivés acétylacétiques, l'acétone, l'acide β-oxybutyrique, etc. Nous avons le droit de joindre à cette liste le fait de l'hydrocarbonurie normale augmentée (Rosin et Alfthan, *loc. cit.*). Nous devons, en effet, admettre à l'heure actuelle, à la suite des travaux de von Udransky, Lüther, Donzé et Lambling, etc., que, normalement, l'urine comporte (comprises dans l'indosé) de petites quantités de matières hydrocarbonées dont l'existence ne peut être mise en évidence qu'au moyen de réactions indirectes, notamment la production de furfurol et sa réaction colorée en présence de certains phénols.

Nos observations, condensées dans le Tableau ci-dessous, montrent qu'au cours du diabète ou des glycosuries, il paraît s'éliminer des substances urinaires encore inconnues ou mal définies :

Dates.	Azote urinaire.	Extrait organique.	Sucre total.	Extrait organique (sucre).	Indosé total.	Indosé théorique (AzT.1,21).	Indosé diabétique.
			N° 1. — *Gaut.*				
15 janvier...	13,53	65,16	7	58,16	31,82	16,37	15,45
29 » ...	15,30	100,10	43	56,80	26,66	18,51	8,15
11 février...	15,95	73,92	18	55,60	22,00	19,29	2,80
			N° 2. — *Ferr.*				
15 janvier...	12,15	108,50	57	51,50	25,34	14,70	10,64
29 » ...	9,87	86,40	24,9	61,50	40,45	11,94	28,51
11 février...	14,05	68,02	6,14	62,88	33,11	17,00	16,10

Dates.	Azote urinaire.	Extrait organique.	Sucre total.	Extrait organique (sucre).	Indosé total.	Indosé théorique (Az T. 1,21).	Indosé diabétique.
			N° 3. — *Bass.*				
26 février...	23,15	806,53	617,4	189,1	142,87	27,98	114,89
5 mars......	38,52	814,40	543,8	270,6	193,52	46,58	146,94
9 »	24,92	289,00	194,0	95,0	44,31	30,12	14,19
			N° 4. — *Desm.*				
22 février...	12,77	55,69	14,21	41,48	15,20	15,36	»
23 » ...	15,93	102,58	50,66	51,92	19,08	19,23	»
			N° 5. — *Meun.*				
13 février...	17,99	179,00	99,0	80,0	43,00	21,65	21,35

Ainsi la majorité des diabétiques et glycosuriques dont nous avons pu suivre les échanges, en dehors des substances normalement indosées (fonction des échanges azotés), en dehors du sucre dosé, ont éliminé des substances spéciales qui parfois se sont trouvées dans le liquide urinaire en quantités massives. Dans certains cas, ces quantités peuvent même arriver à dépasser le chiffre du sucre visible.

Nous ne pouvons affirmer que la présence de ces substances est constante, puisque, dans une de nos observations (n° 4 du Tableau), il n'existe pas d'*indosé diabétique*. Il est vrai qu'il s'agit d'une malade particulière, atteinte de ce qu'on est convenu d'appeler l'*insuffisance pancréatique*, c'est-à-dire un défaut général des effets physiologiques produits par la sécrétion normale du pancréas. Nos recherches ultérieures montreront s'il s'agit d'un cas fortuit, ou si certaines parmi les nombreuses modalités du diabète sont caractérisées par l'absence d'indosé diabétique.

En conclusion, chez le glycosurique et le diabétique, il paraît exister (d'après nos observations encore limitées à quelques cas) un indosé diabétique constitué par des substances qui ne se confondent ni avec les sucres habituels, ni avec l'indosé habituel, et peuvent, à ce titre, constituer un élément distinctif de la lésion. Rien, au reste, ne permet de dire jusqu'à présent que les mêmes quantités et la même nature de substances soient éliminées au cours des différents états diabétiques.

La quantité de ces substances indosées, spéciales aux diabétiques, nous est apparue très importante dans certaines de nos observations. Elle a

oscillé entre les limites extrêmes de $2^g,80$ à $146^g,94$ pour l'urine des 24 heures, et a parfois dépassé la quantité de sucre dosable.

La détermination de ces substances nous paraît devoir constituer un élément important dans la connaissance des échanges des diabétiques. Nous avons en cours une série de recherches tendant à multiplier nos observations et à préciser les conditions de formation et la nature chimique de ces corps indosés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la variation d'une enzyme oxydante pendant la métamorphose chez un Trichoptère* (Limnophilus flavicornis *Fabr.*) Note de M. **Xavier Roques**, présentée par M. Dastre.

Il est établi depuis quelques années que la lymphe d'insecte noircit à l'air par le fait d'une oxydase, une tyrosinase d'après V. Fürth et Schneider. Divers auteurs ont trouvé cette tyrosinase dans les tissus et Dewitz a montré sa présence au cours de la métamorphose chez *Lucilia Cœsar*, et indiqué son rôle probable dans les phénomènes de pigmentation. J'ai étudié une diastase analogue chez *Limnophilus flavicornis* aux diverses époques de sa vie.

La lymphe de la larve à corps gras déjà coloré, abandonnée à l'air dans un verre de montre, perd rapidement sa couleur jaune clair pour passer au brun rougeâtre, puis au brun foncé, en même temps qu'un précipité noir englobe la majeure partie des éléments figurés. Le phénomène, qui débute immédiatement, semble terminé au bout d'une heure. Les épreuves habituelles : privation d'oxygène, action des agents chimiques inhibiteurs ou retardateurs des actions diastasiques, ébullition, etc., montrent jusqu'à l'évidence qu'il s'agit bien là d'une oxydation par le moyen d'une enzyme.

Les résultats varient suivant l'âge de l'insecte; dans celui-ci nous distinguons cinq états : I, larves encore jaunes; II, larves vertes; III, nymphes non pigmentées; IV, nymphes en voie de pigmentation et encore peu mobiles; V, nymphes mobiles et libres au dernier jour de la nymphose.

Expérience préliminaire. — Sur une lame de verre doublée d'un papier blanc on étale rapidement, de manière à leur donner même forme et même épaisseur, des gouttes de lymphe obtenues par piqûre. Résultats :

État de l'insecte.........	I.	II.	III.	IV.	V.
Couleur après 5 min.	rouge brun	rouge brun	rougeâtre	rougeâtre	jaune clair
» 10 » .	brun foncé	brun foncé	rouge	brun	jaune foncé

On peut déjà conclure à deux minima de l'action diastasique, l'un au début, l'autre à la fin de la vie nymphale.

On peut nous objecter que la différence pourrait tenir à la quantité de la substance chromogène oxydable. Nous avons résolu ce doute de la façon suivante :

Le corps gras de la larve ou de la nymphe, débarrassée de sa lymphe interstitielle par un lavage à l'eau distillée, donne, après broyage avec du sable, addition d'eau et décantation, un liquide trouble vert clair qui prend, rapidement dans le cas de la larve, moins vite dans le cas de la nymphe, une coloration complètement noire, ce changement étant sous la dépendance d'une oxydase, ainsi qu'il est facile de s'en assurer. Le corps gras semble donc contenir à la fois l'enzyme oxydante et le chromogène. Il n'en est pas de même du tissu adipeux de l'adulte dont une semblable macération reste parfaitement verte, mais noircit rapidement par addition de lymphe de larve ou de nymphe.

Ce premier résultat permet de compléter les indications fournies par le Tableau ci-dessus, incomplet par suite de l'impossibilité d'obtenir des quantités suffisantes de lymphe d'adulte extrêmement peu abondante par rapport à celle de la nymphe. Il suggère un nouveau moyen de recherche de l'activité diastasique des diverses lymphes que nous allons exposer.

Les corps gras de 50 adultes étaient préparés dans 10^{cm^3} d'eau distillée, de la façon qui a été décrite. Sur 1^{cm^3} de cette liqueur A, j'ai fait agir dix gouttes des liqueurs obtenues en abandonnant à l'air jusqu'au noircissement définitif les lymphes de 20 individus de même stade additionnées de 3^{vol} d'eau distillée, et en décantant; ces liqueurs B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 avaient ainsi des teintes désormais fixes. Voici les résultats obtenus :

		B_1.	B_2.	B_3.	B_4.	B_5.
Couleur au bout de	1 heure......	brun	brun	vert	vert sale	vert
»	24 heures.....	noir	noir	vert sale	brun noir	vert sale

En rapprochant ces résultats de l'absence de noircissement à l'air du corps gras de l'adulte, on peut conclure :

1° L'oxydase qui existe dans la lymphe et le corps gras de la larve, très abondante pendant la fin de la vie larvaire, décroît très rapidement au début de la vie nymphale.

2° Elle présente dans le courant de cette vie nymphale une nouvelle activité, qui coïncide avec les phénomènes de pigmentation.

3° Elle décroît de nouveau dans les dernières heures de la vie nymphale. L'adulte en semble dépourvu.

M. **A. Nodon** adresse une Note intitulée : *Électromètre pour l'étude de la charge terrestre.*

M. **Cl. Regaud** adresse une Note *Sur les mitochondries des fibres musculaires du cœur.*

(Renvoi à l'examen de M. Henneguy.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 7 juin 1909.)

Note de M. *A. Demoulin*, Sur les surfaces telles que les courbures géodésiques, etc. :

Page 1501, lignes 8 et 9 en remontant, *au lieu de* les équations donneront, *lisez* les équations (1) donneront.

Page 1503, ligne 9 en remontant, *au lieu de* Les surfaces (N_1) et (N'_1) sont normales, *lisez* Les surfaces (N_1) et (N'_1) (qui sont des surfaces A) sont normales.

Note de M. *P. Helbronner*, Sur l'altimétrie du massif Pelvoux-Ecrins :

Page 1508, ligne 17, *au lieu de* 3473^m,3, *lisez* 3463^m,3.

(Séance du 12 juillet 1909.)

Note de M. *de Forcrand*, Sur les carbonates neutres de rubidium et de cæsium :

Page 97, au titre, *au lieu de* carbures, *lisez* carbonates.

Page 99, ligne 8, *au lieu de* effleuré, *lisez* effleuri.

Même page, ligne 4 en remontant, *au lieu de* $H^2 9$, *lisez* H^2O.

Même page, ligne 5 en remontant, *au lieu de* H^2, *lisez* H^2O.

Page 100, ligne 14, *au lieu de* Passage du, *lisez* Passage de.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 17 AOUT 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une copie d'une lettre adressée à M. le Ministre des Affaires étrangères par M. Jusserand, Ambassadeur de la République française à Washington.

M. Jusserand y rend compte des funérailles de M. *Simon Newcomb*, Associé étranger de l'Académie; il a tenu lui-même un des cordons du poêle pendant le cortège. M. le Président Taft a honoré de sa présence le service funèbre.

L'Académie priera M. le Ministre de l'Instruction publique de faire transmettre ses remercîments à M. Jusserand.

M. **J.-C. Kapteyn**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Il terremoto del* 16 *novembre* 1894 *in Calabria e Sicilia. Relazione scientifica della Commissione incaricata degli studi dal R. Governo. Rapporti di* A. Riccò, E. Camerana, M. Baratta, J. Di-Stefano. (Présenté par M. G. Bigourdan.)

2° François Peyrey. *L'idée aérienne. Aviation. Les oiseaux artificiels,* avec une préface de M. A. Santos-Dumont.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'acétones grasses non saturées.* Note de MM. F. **Bodroux** et F. **Taboury**, transmise par M. Troost.

Les acétones de la série grasse, qui possèdent dans leur molécule le groupement $-CO-CH^3$, attaquent à l'ébullition le carbure de calcium et donnent naissance, par condensation avec élimination d'eau, à des acétones non saturées.

Avec la *propanone*, la réaction commence à la température ordinaire : elle est très rapide et fournit de l'*oxyde de mésityle*, de l'*isophorone*, de la *xylitone* et des produits supérieurs sans point d'ébullition fixe. En se plaçant dans des conditions spéciales que nous avons indiquées dans un autre Mémoire ([1]), l'*oxyde de mésityle* se forme à peu près seul et s'obtient avec un bon rendement.

La *butanone* se transforme en une acétone de formule $C^8H^{14}O$. Celle-ci est un liquide incolore, passant entre 164° et 166° sous la pression de 760mm; $d_{25} = 0,853$. Sa semicarbazone cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles blanches fusibles à 114°-115°.

Hydrogénée à 180° par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, le produit de la condensation de la butanone se transforme très lentement en une acétone saturée $C^8H^{16}O$. Celle-ci est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 153°-155° sous 760mm; $d_{24} = 0,820$. Elle fournit une semicarbazone fusible à 102° et ne se combine pas au bisulfite de sodium.

D'après son mode de formation deux formules seulement conviennent à cette octanone :

$$CH^3-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}}\!\!H-\overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}\!H-CO-CH^3 \qquad \text{I.}$$

$$CH^3-CH^2-\overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}\!H-CH^2-CO-CH^2-CH^3 \qquad \text{II.}$$

Une combinaison bisulfitique ne se produisant pas, la première formule est à rejeter. La cétone obtenue est donc la *méthyl*-3-*heptanone*-5 et, par suite, le composé formé par la condensation de la butanone est la *méthyl*-3-*heptène*-3-*one*-5 :

$$CH^3-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}}=CH-CO-CH^2-CH^3$$

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, 4e série, t. III, p. 829.

L'acétone en C^8, obtenue en employant le carbure de calcium comme agent de déshydratation, est différente de celle que MM. Barbier et Leser ont préparée par l'action de l'acide chlorhydrique sur la butanone. La semi-carbazone de la méthylhepténone obtenue par ces savants (¹) fond en effet à 167°-168°.

La *méthyl-2-pentanone-4* fournit la *triméthyl-2.4.8-nonène-4-one-6* :

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CO - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^3$$

liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 217°-219° sous 760^{mm}; $d_{18} = 0,838$; $n^D_{18} = 1,4491$. Son oxime est un liquide épais qui, sous 17^{mm}, passe entre 143° et 145°.

Par hydrogénation catalytique à 280°, ce corps se transforme lentement en *triméthyl-2.4.8-nonanone-6* :

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CO - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^3$$

liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à 210°-212° sous 760^{mm}; $d_{18} = 0,820$; $n^D_{18} = 1,4262$. Ce composé ne se combine pas au bisulfite de sodium; son oxime est liquide et bout entre 138° et 140° sous 15^{mm}.

L'*oxyde de mésityle* fournit une acétone de formule $C^{12}H^{18}O$. Celle-ci est un liquide jaune, d'odeur pénétrante et désagréable, passant entre 238° et 242° sous 741^{mm} : $d_{17} = 0,937$. Elle paraît être constituée par un mélange car elle donne deux semi-carbazones : l'une gommeuse, l'autre solide, cristallisant dans l'alcool en prismes incolores fusibles à 165°-166°. L'hydrogénation, en présence du nickel pulvérulent chauffé, transforme lentement cette acétone en un liquide incolore, d'odeur désagréable, d'où il nous a été impossible d'extraire un composé défini.

MICROBIOLOGIE. — *Influence de la réaction des milieux sur le développement et l'activité protéolytique de la bactéridie de Davaine.* Note de Mlle **Eleonore Lazarus**, transmise par M. E. Roux.

J'ai entrepris l'étude des échanges et des modifications qui, dans les cultures de bactéridies, ont lieu réciproquement entre les cellules et le milieu, en vue surtout de comprendre les phénomènes de protéolyse. Dans cette Note, je vais résumer quelques faits concernant l'influence de la réaction.

On admet généralement que les milieux alcalins conviennent seulement

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. XXXI, p. 278.

à la culture de la bactéridie. Or j'ai constaté que, dans les solutions de peptone Witte, la réaction franchement acide est très favorable au développement de ce microbe.

On attribue à chaque diastase une seule réaction optima et, dans mes expériences, j'ai constaté que l'activité protéolytique est tantôt plus manifeste dans des cultures en milieu acide, et tantôt dans celles où la réaction était alcaline.

Pour mieux exprimer ces résultats, je dois rappeler que la réaction neutre est le fait de la présence en nombre égal des ions H^+ et OH^-, ce qui correspond approximativement à la neutralité vis-à-vis du tournesol; lorsque les ions H^+ prédominent tant soit peu, cet indicateur vire au rouge; il faut un nombre plus grand de ces ions H^+ pour atteindre le virage du méthylorange. Inversement, le tournesol vire au bleu dès que les ions OH^- deviennent les plus nombreux, et il en faut davantage pour faire rougir la phénolphtaléine.

Dans les milieux de culture, à cause des phosphates, les moments des virages de ces trois indicateurs sont sensiblement espacés, de sorte qu'on peut préparer, en partant de matières différentes, des séries de milieux dont chaque terme possède une réaction connue, à savoir qu'il correspond à un nombre défini d'ions H^+ ou OH^- (¹).

1° Dans les solutions de peptone Witte la bactéridie se développe à partir de l'alcalinité faible à la phénolphtaléine jusqu'à la réaction franchement acide au tournesol mais encore alcaline au méthylorange. Les cultures sont les plus abondantes et manifestent le mieux l'activité protéolytique dans les milieux neutres ou acides au tournesol.

2° Dans les solutions de peptone Defresne le microbe se développe de la réaction fortement alcaline à la phénolphtaléine jusqu'à la réaction neutre au tournesol, et il n'y a que peu de races qui peuvent s'adapter à des milieux tant soit peu acides. Le développement le plus abondant et le pouvoir protéolytique le plus intense se trouvent dans les milieux alcalins au tournesol et neutres à la phénolphtaléine.

3° Dans le milieu Frænkel, qui est une solution d'asparagine et de sels, ces limites paraissent plus étroites. Il n'y a plus de développement lorsque la réaction s'approche de la neutralité au tournesol d'une part ou dépasse l'alcalinité à la phénolphtaléine d'autre part. L'optimum du développement et de la protéolyse se place aussi à la réaction alcaline du tournesol et acide à la phénolphtaléine.

Ayant adapté une race de bactéridies à pousser dans des milieux plus acides ou plus alcalins, j'ai obtenu des résultats tout à fait imprévus. Après des passages successifs dans des solutions de peptone Witte de plus en plus acides, la bactéridie pouvait se développer à la réaction nettement acide au méthylorange, c'est-à-dire en présence d'acide libre. Or cette race ainsi modifiée s'accommodait aussi bien des milieux très alcalins et tels que la race dont on était parti ne se développait pas. L'optimum de la

---

(¹) Pour les autres détails expérimentaux, voir *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXIII, p. 761; t. LXV, p. 730; t. LXVI, p. 823.

protéolyse comparativement à celui de la race primitive s'était déplacé vers l'alcalinité.

Transporté dans les deux autres milieux, ce microbe revenait à peu près aux mêmes limites qu'avant l'adaptation.

D'une manière pour ainsi dire symétrique, la race adaptée à se développer dans des milieux alcalins avait acquis en même temps la faculté de se développer en milieux plus acides, et son optimum de protéolyse s'est déplacé plutôt vers l'acidité.

A propos de l'influence de la réaction sur l'activité protéolytique, je dois faire remarquer que ce ne sont pas toujours les cultures les plus abondantes qui sont le plus protéolytiques. En plus, je me suis assuré que lorsqu'on distribue une même culture en plusieurs portions, et qu'on fait varier les conditions de réaction, l'activité protéolytique n'est influencée que si l'on ajoute des quantités d'acides et de bases de beaucoup plus grandes que celles qui entrent en jeu dans les expériences précédentes. Ceci prouve que les différences que j'ai prises en considération correspondent réellement à l'exaltation ou à l'atténuation de la faculté protéolytique des microbes.

On voit donc que les limites d'acidité ou d'alcalinité entre lesquelles le microbe peut se développer, ainsi que le degré de réaction auquel correspond l'optimum de la protéolyse, varient non seulement selon la race, mais encore selon la nature de la matière alimentaire.

L'influence de la réaction ne paraît pas s'exercer directement sur la cellule en favorisant ou en arrêtant son développement, en exaltant ou en atténuant sa faculté protéolytique, car elle devrait être alors indépendante de la qualité de la matière nutritive.

Il paraît bien plus probable au contraire que c'est l'état de la matière qui est modifié selon la réaction et, partant, les conditions d'alimentation se trouvent changées.

Je crois devoir rappeler ici, comme étant connexes de ceux que je viens d'exposer, les résultats que M. Malfitano et moi nous avons fait connaître précédemment, à savoir que les solutions de peptone Defresne donnent des cultures d'autant moins protéolytiques que leur concentration est plus grande. J'ai vu ensuite que, dans les solutions de peptone Witte, ces différences dues à la concentration ne sont pas bien marquées lorsque la réaction est alcaline, mais qu'on s'adresse à des solutions de peptone Witte acidifiées, et alors c'est dans les cultures en milieux dilués et peu abondantes que la faculté protéolytique est manifestement plus active.

Enfin les différences de concentration ne paraissent pas influencer le pouvoir protéolytique, lorsqu'on a à faire au milieu Frænkel.

Il paraît évident qu'aussi bien la réaction que la concentration doit affecter l'état de dissociation des matières dissoutes et surtout des phosphates et, par conséquent, la facilité avec laquelle la cellule peut les assimiler.

Tous ces faits, qui paraissent au premier abord difficiles à coordonner,

pourront, je crois, être expliqués par l'étude systématique de la teneur, de la nature ainsi que de l'état de dissociation électrolytique des sels, soit libres, soit associés aux matières protéiques des milieux de culture d'une part et des corps microbiens de l'autre.

HISTOLOGIE. — *Sur les mitochondries des fibres musculaires du cœur.* Note de M. **Cl. Regaud**, transmise par M. Henneguy.

J'ai étudié les mitochondries du myocarde chez la Salamandre tachetée, la Vipère aspic, le Lapin et le Chien, au moyen d'une technique que j'ai déjà décrite à propos d'autres objets d'études ([1]).

Dans les fibres myocardiques de la *Salamandre*, les mitochondries se présentent sous forme de granulations extrêmement fines, colorées par l'hématoxyline ferrique en noir bleuâtre, disposées en amas aux extrémités des fuseaux protoplasmiques périnucléaires, et en traînées irrégulières dans les intervalles des colonnettes contractiles.

On sait que, chez la *Vipère*, les fibres musculaires du cœur, beaucoup plus distinctes les unes des autres que chez la Salamandre, sont constituées chacune par un cylindre de protoplasma (contenant les noyaux) entouré par une rangée unique de baguettes contractiles marginales. Les mitochondries sont représentées par de fins corpuscules, de forme variée (granulations arrondies, courts bâtonnets), extrêmement nombreux, occupant l'axe protoplasmique de la fibre. La plupart de ces chondriosomes sont disposés sans aucun ordre ; mais les plus périphériques, donc ceux qui sont les plus voisins des baguettes contractiles, sont très fréquemment ordonnés par rapport aux disques épais de la striation : dans ce dernier cas, les chondriosomes sont alignés en séries parallèles, et dans chaque série les chondriosomes successifs, chacun situé en regard d'un disque épais, sont séparés l'un de l'autre par des espaces incolores correspondant aux disques minces des baguettes contractiles voisines.

Chez les *Mammifères*, les meilleurs résultats m'ont été fournis par le myocarde du Chien : les mitochondries des fibres musculaires du cœur de cet animal sont disposées avec une abondance, une régularité et une concordance avec la substance contractile, tout à fait remarquables. Il y a lieu de distinguer deux variétés de chondriosomes : ceux du fuseau protoplasmique central et les chondriosomes intercolumnaires. Les chondriosomes centraux sont sphériques, en larmes ou bacilliformes, relativement gros, disposés sans aucun ordre, particulièrement abondants aux extrémités des noyaux (I et III, ch_2).

([1]) Cl. Regaud et M. Favre, *Granulations interstitielles et mitochondries des fibres musculaires striées* (*Comptes rendus*, 8 mars 1909).

Les chondriosomes intercolumnaires (ch_1) ne diffèrent pas des précédents par leurs réactions (chez le Chien, du moins) mais par leur forme et leur ordonnance. Pour en prendre une connaissance exacte, il faut examiner des préparations très minces (2µ ou 3µ), parfaitement colorées (après mordançages spéciaux) par l'hématoxyline ferrique et le picro-ponceau. L'examen doit porter successivement sur les coupes transversales et les coupes longitudinales des fibres.

Dans les coupes transversales (I), les colonnettes contractiles se montrent sous forme de champs de Cohnheim *rouges* (a), irrégulièrement polyédriques chez le Lapin, très allongés en sens radiaire chez le Chien, toujours *parfaitement isolés les uns des autres*. Les chondriosomes se montrent sous forme de corps *noirs* (ch_1), irréguliers chez le Lapin, à peu près de même forme que les champs de Cohnheim chez le Chien; ces corps sont aussi parfaitement isolés les uns des autres, au sein du protoplasma dit *intercontractile*, lequel est particulièrement abondant dans les fibres musculaires du cœur.

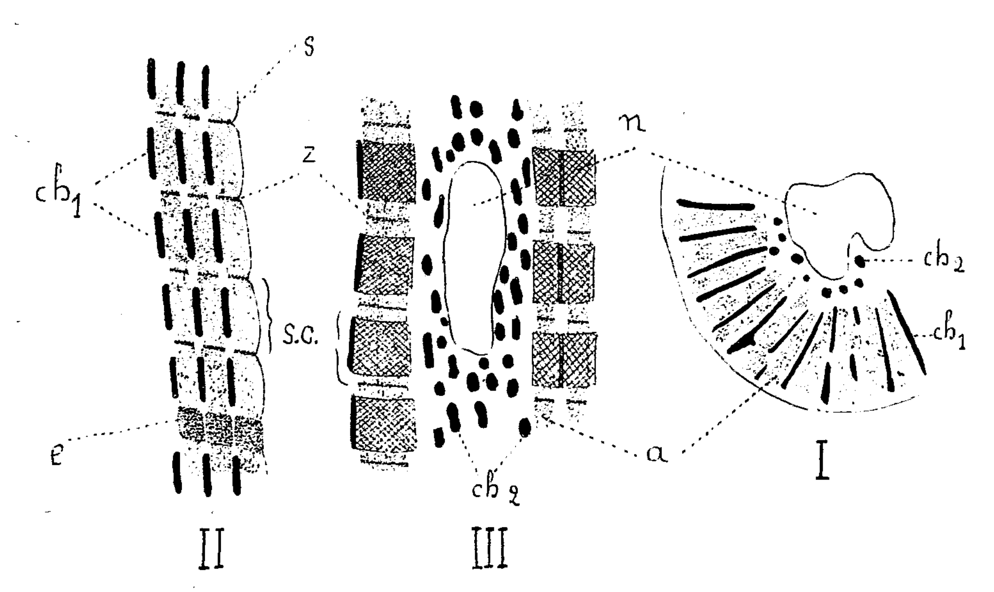
Dans les coupes longitudinales (II, III), les colonnettes contractiles se montrent comme des baguettes roses, plus ou moins distinctes les unes des autres, entrecoupées de distance en distance par les disques minces (z), rouges. On ne peut distinguer les bandes claires d'avec les disques épais, dans le segment contractile (sc) compris entre deux disques minces. Les chondriosomes (ch_1) prennent place entre les colonnettes contractiles. Leur ordonnance est admirablement régulière : ils sont disposés en séries longitudinales; dans chaque série, les pièces consécutives, équidistantes et égales, sont séparées par des intervalles incolores qui correspondent exactement aux disques minces des colonnettes contractiles voisines. De même les chondriosomes forment aussi des rangées transversales régulières dans toute la largeur de la fibre.

Quel que soit le sens de la coupe, les chondriosomes apparaissent toujours comme des corps indépendants; ils ne participent à la formation d'aucun réseau.

Il n'y a pas de substance mitochondriale dans les colonnettes contractiles. Il n'y en a pas davantage au niveau des traits scalariformes d'Eberth (II, e).

Suivant leur orientation par rapport au plan de la coupe, les chondriosomes présentent des aspects bien différents. Coupés perpendiculairement à leurs deux faces (car la figure I montre que ce sont des lamelles), ils appa-

raissent (II) comme de minces bâtonnets; vus à plat ou bien en section oblique, ils apparaissent comme des plaques grises, translucides, couvrant le milieu des segments contractiles (III). Sous ce dernier aspect, ils simulent des disques épais et seraient pris pour tels par un observateur non averti. Ces divers aspects peuvent se rencontrer dans la même fibre.



Chondriosomes des fibres myocardiques du Chien.

Il est probable que les chondriosomes sont plastiques et que la contraction des segments contractiles leur imprime des changements de forme; mais je ne sais rien encore sur ce point.

Arnold a montré récemment (1909) que le glycogène des fibres musculaires du cœur, comme celui des fibres musculaires squelettales, est interstitiel, c'est-à-dire situé entre les colonnettes contractiles. Il me paraît très probable que le glycogène et peut-être d'autres matériaux inconnus sont supportés par les chondriosomes. Si cette hypothèse se justifie, chaque segment contractile serait immédiatement flanqué des éléments « nourriciers » chargés de collecter les substances nécessaires à sa consommation [1].

(1) Je n'ai pas réussi à colorer les chondriosomes intercolumnaires dans le myocarde de l'homme. J'attribue cet échec au fait que je n'ai eu que des pièces cadavériques. Mais les chondriosomes centraux des fibres cardiaques de l'homme se colorent aisément; *ils correspondent en partie aux granulations pigmentaires bien connues.*

GÉOLOGIE. — *Sur l'histoire géologique et la tectonique de l'Atlas tellien de la Numidie orientale (Algérie).* Note [1] de M. J. **Dareste de la Chavanne.**

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 2 août 1909), nous avons esquissé l'histoire géologique de l'Atlas tellien, de la Numidie orientale, pendant les temps secondaires et éocènes. Aujourd'hui, nous ferons l'histoire des temps néogènes dans cette même région, et nous terminerons par quelques considérations générales sur la tectonique de celle-ci [2].

De nouveaux mouvements, d'âge antécartennien, plissent le Flysch, et le début du Miocène est marqué par une invasion nouvelle de la mer arrivant par le Sud. Le Cartennien, transgressif vers le Nord, contient, à sa base, des galets de calcaires à Nummulites et de calcaires à Inocérames. Plus au Nord, un facies glauconieux et à lignite, indiquant la proximité d'un rivage, semble prouver que la mer cartennienne n'a pas dépassé, dans cette direction, une latitude passant par la Mahouna, le Nador et Souk-Arrhas.

Des plissements postcartenniens affectent cette nouvelle formation, qui se montre sous forme de synclinaux assez aigus, indépendants des formations miocènes postérieures. Ces mouvements orogéniques déterminent le retrait de la mer, qui était largement ouverte, et la formation de bassins ou de dépressions, où vont se déposer : au Miocène moyen, des sédiments alternativement marins et lacustres (mollasse sableuse, grès et marnes à *Helix*), et au Miocène supérieur, d'abord des sédiments laguno-saumâtres transgressifs (marnes sulfo-gypseuses à faune de Poissons saumâtres et d'estuaire) (*Comptes rendus*, 29 juillet 1907) et enfin, lorsque le phénomène de dessalure devient complet, des marnes blanches lacustres à faune d'eau douce renfermant des *Bithynies*, des *Limnées*, des *Planorbes* et des *Ancyles*, identiques aux formes de Cucuron (Vaucluse). Au Pontique supérieur, le régime continental et fluvio-lacustre s'établit enfin, avec des limons rouges et des conglomérats analogues à ceux de la montagne du Léberon, du midi de la France.

La fin des temps miocènes a été marquée encore par un dernier mouvement orogénique moins intense, qui a eu pour effet de redresser les couches sahelo-pontiques, principalement dans les bassins du Nord, au pied de la chaîne numidique.

Au début du Pliocène, le relief actuel est formé, le remblaiement des vallées commence et se poursuivra jusqu'au début du Pliocène supérieur, date à partir de laquelle s'effectuera le creusement des vallées.

---

[1] Reçue dans la séance du 2 août 1909.

[2] Cette Note a été rédigée à la suite de mes explorations pour le Service de l Carte géologique d'Algérie.

Ajoutons que la fin du Pliocène a été, dans cette région, une période assez humide, où se sont formées, en de nombreux points, des nappes de travertins, phénomène commun, du reste, à la plupart des régions méditerranéennes.

Aperçu tectonique. — Les mouvements orogéniques tertiaires et en particulier les mouvements postlutétiens, sans doute contemporains des mouvements pyrénéens, sont les plus importants et se sont manifestés par des alignements (plis ordinaires, plis déversés, plis imbriqués, dômes en chapelet, lames et ellipses triasiques) à orientation EO légèrement infléchie dans la direction SO-NE.

De plus, à cette époque, certains axes de plissement NS, soit d'âge hercynien, soit d'âge postjurassique, ayant provoqué l'émersion et ensuite la dénudation de ce dernier système, se mettent à jouer de nouveau et donnent lieu à des plis posthumes, orientés comme les premiers NS, mais toutefois moins accentués, et analogues à ceux signalés par M. Flamand dans le Sud Oranais (*Comptes rendus,* 21 juillet 1902).

On se trouve donc en présence de deux systèmes de plis, qui se recoupent orthogonalement. C'est la *structure orthogonale* de M. Bertrand.

Dans ce système, il est à remarquer que l'orientation de chaque tronçon de pli EO tend, en allant vers l'Est, à s'infléchir vers le NE, en s'approchant des plis NS, qui jouent le rôle d'axes de rebroussement. Cet infléchissement successif des tronçons de plis EO vers le NE détermine la direction générale des lignes orographiques, qui sont sensiblement SO-NE.

Ajoutons que les injections métallifères, les sources thermales et minérales et les formations travertineuses qui en résultent se trouvent généralement localisées aux points d'intersection des alignements d'accidents tectoniques importants formant le réseau orthogonal en question et constitués soit par des anticlinaux ordinaires, soit par des plis imbriqués, soit par des failles limitant des portions de dômes effondrés.

La diversité des contacts des marnes triasiques avec les terrains de tous les âges, depuis le Lias jusqu'au Miocène, pourrait amener à croire qu'il ne s'agit que de lambeaux de lames de charriage, auxquelles le Trias servirait de support.

Si l'on excepte quelques étirements de marnes triasiques, quelques plis imbriqués ou déversés, qui n'ont subi que des déplacements de quelques kilomètres à peine et qui ne sont que des accidents locaux, on peut difficilement admettre là l'existence d'une nappe de charriage recouvrant toute cette région.

En effet le Trias occupe généralement une situation normale, au fond

des dômes et des anticlinaux, dont les flancs fortement étirés sont souvent restés en partie en profondeur, et il sert de substratum aux autres terrains plus récents, qui se succèdent en ordre normal. De plus la régularité avec laquelle les facies et les faunes de tous les terrains soit secondaires, soit tertiaires, se modifient en allant du Nord vers le Sud, nous porte à croire que nous sommes en présence de séries autochrones.

Enfin, cette région se trouvant située au point de resserrement des deux chaînes atlasiques, il n'est pas étonnant d'y rencontrer une grande complication dans la tectonique, et d'y trouver des affleurements aussi importants de marnes triasiques, qui, grâce à leur consistance semi-fluide, sont venues au jour sous l'influence de phénomènes de compression mécanique intense.

M. le Général LAURENT adresse une Note *Sur le rôle de l'élasticité dans le vol des oiseaux.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AOUT 1909.

Ministère des Colonies. Service géographique des Missions : *Carte de l'Afrique occidentale française,* dressée par A. MEUNIER et E. BARRALIER, d'après les documents les plus récents, 1903; échelle de $\frac{1}{2000000}$; 2e édition, 1908 : Feuille n° 1, *Dakar;* feuille n° 4, *Konakry.* — *Carte de la Guinée française*, dressée par A. MEUNIER, échelle de $\frac{1}{500000}$; 2e édition, 1909 : Feuille n° 2, *Kouroussa;* feuille n° 3, *Konakry.* — *Carte de la Mauritanie,* dressée par M. le Capitaine du Génie GÉRARD, 1909; échelle de $\frac{1}{1000000}$. — *Carte de la Côte française des Somalis,* 1908; échelle de $\frac{1}{500000}$; feuille n° 1, *Djibouti.*

Université catholique de Louvain. *Souvenir du cinquantenaire professoral de M.* LOUIS HENRY, 8 mai 1909. Louvain; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Louis Henry.)

Lois des distances des satellites du Soleil, par le Lieutenant-Colonel DELAUNEY. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-8°.

M. EDMOND MAILLET adresse 49 nouvelles brochures de Mathématiques pures et appliquées, Hydraulique, Hydrologie, Météorologie, etc.

Report of a magnetic Survey of South Africa, by J.-C. BEATTIE. Londres, 1909; 1 vol. in-4°. (Offert par la Société Royale de Londres et les Gouvernements des Colonies de l'Afrique du Sud.)

Observatorio de Marina de San Fernando. *Carta fotografica del Cielo.* Zona — 7° : Hojas nos 4, 5, 11, 16, 17, 18, 19, 24, 35, 95, 96, 97, 102, 103, 104, 115, 135, 137, 161 y 162. Paris, héliogr. et imp. L. Schutzenberger; 20 feuilles in-plano.

Étude sur les foudroiements des arbres constatés en Belgique pendant les années 1884-1906, par E. VANDERLINDEN. (*Annales de l'Observatoire royal de Belgique;* nouvelle série, t. XX, fasc. 3.) Bruxelles, Hayez, 1907; 1 fasc. in-4°.

Catalogues raisonnés de la Faune entomologique du Congo belge : Hémiptères, fam. Pentatomidæ, par H. SCHOUTEDEN. (*Annales du Musée du Congo belge* : Zoologie, 3e série, 2e section, t. I, fasc. 1.) Bruxelles, Spineux, 1909; 1 fasc. in-f°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1907 : *Der schweizerischen meteorologischen Beobachtungen;* Jahrgang 44. Zurich, Zurcher et Furrer; 1 vol. in-4°.

Meteorological observations made at the Hongkong Observatory in the year 1908, with two plates. Hongkong, Imprimerie du Gouvernement, 1909; 1 fasc. in-f°.

Erdbeben Bericht. Observatorium Batavia, Java; Januar, Februar, März 1909. 1 fasc. in-4°.

Magnetic Survey of the Dutch East-Indies made in the years 1903-1907, by W. VAN BEMMELEN. Appendix I, to *Observations made at the Royal magnetical and meteorological Observatory at Batavia;* t. XXX, 1907. Batavia, 1909; 1 fasc. in-f°.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse; livraison XXIX : *Bibliographie géologique de la Suisse, pour les années* 1770 *à* 1900, par LOUIS ROLLIER; seconde Partie : L 1 (*Hydrodynamique et Glacialisme*) jusqu'à V (*Reliefs géologiques*). Berne, A. Francke, 1908; 1 vol. in-4°.

A sketch of the geography and geology of the Himalaya mountains and Thibet, by Colonel S.-G. BURRARD and H.-H. HAYDEN. Part IV : *The geology of the Himalaya;* published by order of the Government of India. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-4°.

Canadian Mining Institute. *Petroleums and coals compared in thier nature, mode of occurence and origin,* by EUGÈNE COSTE. (Extr. de *Journal of the Canadian Mining Institute,* t. XII.) Toronto, 1909; 1 fasc. in-8°.

Report on tertiary plants of British Colombia, collected by LAWRENCE-M. LAMBE in 1906, together with a *Discussion of previously recorded tertiary floras,* by D.-P. PENHALLOW. Ottawa, Government printing Bureau, 1908; 1 fasc. in-4°.

Geological Survey of Canada. 17 feuilles nouvellement publiées de la Carte géologique du Canada.

Observations sur le thé : I. *Les maladies du thé en général;* II. *Les maladies du thé causées par des Acariens,* par le Dr CH. BERNARD. (*Bull. du département de l'Agriculture aux Indes néerlandaises;* n° 23.) Buitenzorg, Imprimerie du département, 1909; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 AOUT 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le Tome 147 des *Comptes rendus* (1908, second semestre), est en distribution au Secrétariat.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Onoranze al Prof.* LUIGI CREMONA.

2° *Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française.* Fascicule V. Première étude sur les bois de la Côte d'Ivoire, par AUG. CHEVALIER.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des racines des équations numériques.* Note de M. LÉMERAY, transmise par M. Émile Picard.

Dans une Communication du 28 juin dernier, M. de Montessus a exposé une méthode pour le calcul des racines des équations au moyen de substitutions uniformes convenables. J'ai exposé le principe de cette méthode dans une Note des *Nouvelles Annales* en décembre 1898, en indiquant comment on peut remplacer une équation donnée par une autre admettant une racine déterminée de la première et construite de telle sorte que la substitution soit convergente.

GÉODÉSIE. — *Sur les mouvements de la verticale dus à l'attraction de la Lune et du Soleil, la Terre étant supposée absolument rigide.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Vu l'inégalité des distances du Soleil, ou de la Lune, aux divers points de la Terre, la verticale, en un lieu N (*fig.* 1), subit, dans le plan azimutal NS de l'astre S, une

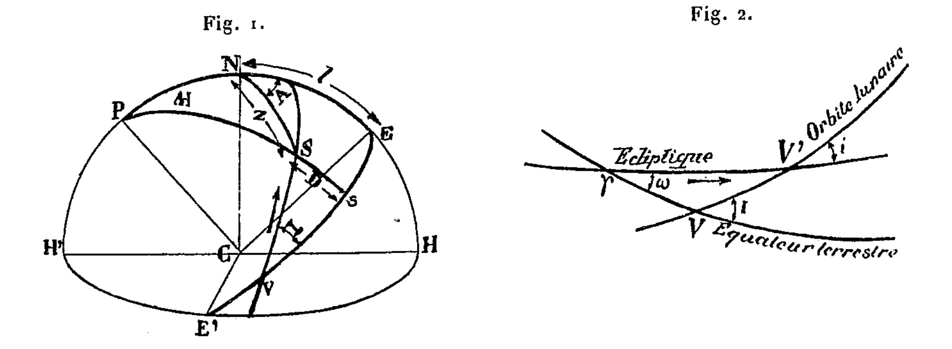


Fig. 1. Fig. 2.

déviation variable δ [1], dont les deux composantes, x, suivant le premier vertical, et y, suivant le méridien NP, sont :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= \delta \sin A = \alpha \sin 2z \sin A \\ y &= \delta \cos A = \alpha \sin 2z \cos A \end{aligned}\right\} \qquad \text{avec} \qquad \alpha = \frac{3}{2}\frac{M}{d^3};$$

P, pôle; A, azimut de l'astre S en N; z, sa distance zénithale; M, sa masse rapportée à celle de la Terre; d, sa distance en rayons terrestres.

Dans le triangle sphérique PSN, on a, d'après des formules connues :

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &\cos z = \sin l \sin D + \cos l \cos D \cos \mathit{AH}, \\ &\sin z \sin A = \cos D \sin \mathit{AH} \quad \text{et} \quad \sin z \cos A = -\sin D \cos l + \cos D \sin l \cos \mathit{AH}; \end{aligned}\right.$$

l, latitude du lieu N; AH, angle horaire de l'astre S; D, sa déclinaison.

Portons ces valeurs dans (1) et remplaçons $\cos^2 \mathit{AH}$ par $\frac{1}{2}(1 + \cos 2\mathit{AH})$ [2] :

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= \alpha \cos l \cos^2 D \sin 2\mathit{AH} + \alpha \sin l \sin 2D \sin \mathit{AH}, \\ y &= 0{,}5\,\alpha \sin 2l(1 - 3\sin^2 D) + 0{,}5\,\alpha \sin 2l \cos^2 D \cos 2\mathit{AH} - \alpha \cos 2l \sin 2D \cos \mathit{AH}. \end{aligned}\right.$$

x et y, on le voit, sont des fonctions périodiques de l'angle horaire AH.

---

(1) Ch. Lallemand, *Sur les marées de l'écorce, etc.* (*Comptes rendus*, 9 août 1909).

(2) P. Hatt, *Notions sur le phénomène des marées*. Paris, 1885.

Dans le mouvement angulaire de la verticale, on distingue :

1° Une onde elliptique semi-diurne (termes en $2\mathcal{H}$), avec les demi-axes

(4) Sens Est-Ouest : $a_{sd} = \alpha \cos l \cos^2 D$; Sens Nord-Sud : $b_{sd} = 0,5\,\alpha \sin 2l \cos^2 D$.

2° Une onde elliptique diurne (termes en $\cos \mathcal{H}$), avec les demi-axes

(5) Sens Est-Ouest : $a_d = \alpha \sin l \sin 2D$; Sens Nord-Sud : $b_d = \alpha \cos 2l \sin 2D$.

Quand l'astre est à l'équateur ($D = 0$), l'onde semi-diurne atteint son maximum et l'onde diurne disparaît ($\sin 2D = 0$). Pour un point de l'équateur terrestre ($l = 0$), l'onde semi-diurne se réduit à une oscillation rectiligne Est-Ouest et l'onde diurne à une oscillation Nord-Sud. On peut, en général, négliger l'onde semi-diurne [1].

Mais α et D varient avec le temps. Vu la faible excentricité e des orbites $[e = \frac{1}{18}$ (Lune), $\frac{1}{60}$ (Soleil)$]$, on peut écrire

(6) $$\alpha = \alpha_m (1 + 3e \cos nt);$$

α_m, valeur de α répondant à la moyenne distance de l'astre $[\alpha_m = 0'',018$ (Lune), $0'',008$ (Soleil)$]$; n, vitesse angulaire de translation $\left[n = \frac{2\pi}{T}\right.$; T, durée de la révolution autour de la Terre : $27^j\frac{1}{2}$ pour la Lune, $365^j\frac{1}{4}$ pour le Soleil$\left.\right]$.

D'autre part, dans le triangle sphérique VSs (*fig.* 1), on a

(7) $$\sin D = \sin I \sin nt, \qquad \text{d'où} \qquad \sin^2 D = 0,5 \sin^2 I (1 - \cos 2nt);$$

Portons ces valeurs de α et de D dans (4). La grandeur moyenne des axes de l'ellipse semi-diurne sera donnée par les termes indépendants de t :

(8) $$a_{sd} = \alpha_m (1 - 0,5 \sin^2 I) \cos l; \qquad b_{sd} = 0,5\,\alpha_m (1 - 0,5 \sin^2 I) \sin 2l.$$

Après les mêmes substitutions, le premier terme de y (3), devient

(9) $$\begin{aligned} y_0 = {} & 0,5\alpha_m (1 - 1,5 \sin^2 I) \sin 2l + 1,5 e\alpha_m (1 - 0,75 \sin^2 I) \sin 2l \cos nt \\ & + 0,75\alpha_m \sin^2 I \sin 2l \cos 2nt + 1,125 e\alpha_m \sin^2 I \sin 2l \cos 3nt. \end{aligned}$$

Les trois derniers termes figurent des oscillations rectilignes Nord-Sud,

---

[1] Un Comité de la *British Association* (1881) paraît avoir abordé, le premier, ce problème. — Gaillot (*Bull. astron.*, t. I, 1884, p. 113) a étudié la courbe complexe décrite, aux diverses latitudes, par la pointe d'un pendule, sous l'action des ondes lunaires, diurne et semi-diurne; mais il n'a pas poussé plus loin la question.

nulles à l'équateur ($\sin 2l = 0$) et dont les périodes et amplitudes sont [1] :

$$(10)\qquad \left\{ \begin{array}{l} \text{Période } \tfrac{1}{2}\mathrm{T} : b_{sm} = 0{,}75\ \alpha_m \sin 2l \sin^2 \mathrm{I}; \\ \text{Période } \mathrm{T} : b_m = 1{,}5\ e\alpha_m \sin 2l (1 - 1{,}5 \sin^2 \mathrm{I}) \quad (^2). \end{array} \right.$$

Pour le Soleil, $\mathrm{I} = \omega = 23^\circ 27'$; $\sin^2 \mathrm{I} = 0{,}16$.

Pour la Lune, I est une fonction périodique du temps et, dans le triangle sphérique $\mathrm{V}\gamma\mathrm{V}'$ (*fig.* 2), on a

$$(11)\qquad \cos \mathrm{I} = \cos\omega \cos i - \sin\omega \sin i \cos n' t;$$

$i = 5^\circ 9'$; n', vitesse angulaire des nœuds de l'orbite lunaire $= \frac{2\pi}{\mathrm{T}'}$; $\mathrm{T}' = 18$ ans $\frac{2}{3}$;

$$\sin^2 \mathrm{I} = 0{,}16 + 0{,}07 \cos n' t - 0{,}0007 \cos 2 n' t.$$

Substituons dans (8). Les termes indépendants de t donnent les valeurs moyennes :

$$(12)\qquad \mathrm{A}_{sd} = 0{,}92 \alpha_m \cos l; \qquad \mathrm{B}_{sd} = 0{,}46 \alpha_m \sin 2l.$$

La même substitution dans (10) donne :

$$(13)\qquad \mathrm{B}_{sm} = 0{,}12 \alpha_m \sin 2l; \qquad \mathrm{B}_m = 1{,}14 e \alpha_m \sin 2l.$$

Les oscillations rectilignes disparaissent toutes à l'équateur ($l = 0$) et au pôle ($l = 90^\circ$); elles atteignent leur maximum à 45° de latitude.

A titre de comparaison avec les expériences du Dr Hecker [3], j'ai calculé, pour Potsdam ($l = 52^\circ 23'$) et résumé dans le Tableau ci-après les ondes et oscillations théoriques d'amplitude moyenne $\geqq 0'',001 = 1$ milliseconde $= 1^{\mathrm{v}}$.

Moyens mouvements théoriques de la verticale à Potsdam, en millisecondes [4].

Demi-amplitudes moyennes.	Ondes lunaires.		v	Ondes solaires.	v
$\mathrm{A}_{sd} = 0{,}92 \alpha_m \cos l$. .	Onde elliptique semi-diurne		$\pm 10{,}1$	Onde elliptique semi-diurne	$\pm 4{,}5$
$\mathrm{B}_{sd} = 0{,}46 \alpha_m \sin 2l$.			$\pm 8{,}0$		$\pm 3{,}5$
$\mathrm{B}_{sm} = 0{,}12 \alpha_m \sin 2l$.	Oscillation méridienne	semi-mensuelle	$\pm 2{,}1$	Oscill. mérid. semi-annuelle	$\pm 0{,}9$
$\mathrm{B}_m = 1{,}14 e \alpha_m \sin 2l$.		mensuelle	$\pm 1{,}1$	»	»

---

(1) La troisième (b_{tm}) n'est que $\frac{1}{12}$ de la seconde (b_{sm}), pour la Lune, et $\frac{1}{40}$ pour le Soleil : ($b_{tm} = 1{,}5 e b_{sm}$); l'onde b_{tm} est dès lors négligeable par rapport aux deux autres.

(2) Ce dernier facteur est la moyenne des deux valeurs extrêmes ($1 - 0{,}75 \sin^2 \mathrm{I}$) et ($1 - 2{,}25 \sin^2 \mathrm{I}$) obtenues en tenant compte de la révolution du périgée dans l'orbite.

(3) Ch. Lallemand, *Sur l'élasticité du globe, etc.* (*Comptes rendus*, 2 août 1909).

(4) Après ces ondes, les plus importantes seraient : une oscillation méridienne lunaire de $0^{\mathrm{v}},8$ d'amplitude et 18 ans $\frac{2}{3}$ de période, puis une autre (b_{tm}) de $0^{\mathrm{v}},35$ et 9 jours de période; enfin une oscillation méridienne annuelle solaire de $0^{\mathrm{v}},3$ d'amplitude.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un poison élaboré par la levure*. Note de M. A. FERNBACH, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une publication récente (*Wochenschrift für Brauerei*, avril 1909, nos 14 et suiv.), M. F. Hayduck a fait connaître les résultats de recherches poursuivies à l'Institut des fermentations de Berlin, qui mettent en lumière l'existence, dans la cellule de levure, d'une substance toxique pour la levure. Cette substance peut être extraite de la levure, préalablement séchée rapidement à une température pouvant atteindre 70°, en faisant macérer celle-ci dans de l'eau renfermant 1 pour 1000 d'acide chlorhydrique. L'action toxique de la macération neutralisée est mesurée, dans les expériences de M. Hayduck, par la diminution d'activité que subit la levure quand on la laisse en contact avec cette macération.

Nous avons repris une partie des expériences de M. Hayduck et avons pu ajouter à ses observations quelques faits nouveaux extrêmement intéressants, que nous résumons ci-après.

Nous avons d'abord vérifié la possibilité d'extraire de la levure une substance qui joue, vis-à-vis de la levure elle-même, le rôle d'un antiseptique. A cet effet nous nous sommes adressé à la levure pressée du commerce (levure Springer), qui, contrairement aux indications de M. Hayduck, nous a fourni une macération active après dessiccation à la température relativement basse de 37°.

La macération a été préparée en maintenant au contact de 200$^{cm^3}$ HCl à 1 pour 1000, pendant 19 heures à 37°, 2^g de levure sèche, filtrant l'extrait et le neutralisant exactement vis-à-vis de l'alizarine sulfoconjuguée. L'action de cette macération a été essayée sur deux levures, la levure Pombe, qui est très résistante, et une levure, que nous désignons par la lettre H, qui est beaucoup plus fragile. Une culture de 24 heures de ces levures a été introduite dans la macération, et l'on a déterminé immédiatement, puis à divers stades, le nombre de cellules vivantes, par la méthode de culture sur milieux solidifiés par la gélatine. Voici les résultats de ces déterminations :

	Cellules vivantes dans 1$^{cm^3}$ du mélange.	Cellules vivantes au bout de 30 min.	1 heure.	3 heures.	4 heures.	5 heures.	12 heures.
Levure Pombe...	231	»	»	147	133	109	»
Levure H	180	49	14	»	»	»	0

La levure H, très sensible comme on le voit à la substance toxique de la levure pressée, est elle-même capable d'élaborer un poison très actif vis-à-vis de la levure Pombe. Ainsi, avec cette levure H, séchée à 70°, nous avons préparé, dans les mêmes conditions que plus haut, une macération qui a été mélangée de levure Pombe de manière à renfermer 295 globules par centimètre cube; au bout de 30 minutes de contact, *il n'y avait plus un seul globule de levure vivant.*

La macération toxique, qui est très vite envahie par les moisissures, se conserve au contraire longtemps sans se peupler par d'autres microorganismes, ce qui suggère l'idée qu'elle jouit de propriétés antiseptiques vis-à-vis des bactéries proprement dites. Les propriétés bactéricides de la levure ont d'ailleurs été signalées depuis longtemps par divers auteurs et sont utilisées empiriquement dans la thérapeutique. Nous avons constaté expérimentalement que nos macérations de levure ont des propriétés bactéricides très accentuées.

Dans une série d'expériences, nous nous sommes servi d'une macération préparée avec de la levure pressée, séchée à 70° et filtrée après neutralisation au travers d'une bougie de porcelaine, filtration qui la stérilise tout en conservant ses propriétés intactes.

Nous avons essayé l'action de cette macération sur le *Bacterium coli* (race J de la collection de l'Institut Pasteur) et sur le *Staphylococcus pyogenes aureus*, dont des cultures jeunes étaient mélangées à l'extrait de levure, le nombre de cellules de microbes étant déterminé de suite, puis à divers intervalles, par ensemencement sur bouillon gélatinisé. Voici les résultats obtenus :

	Cellules initiales dans 1^{cm^3} de mélange.	Après un contact de				
		1 heure.	2 heures.	3 heures.	5 heures.	6 heures.
Bacterium coli...	402	284	75	»	9	»
Staphylococcus...	964	192	»	2	»	0

La substance toxique extraite de la levure agit donc aussi bien sur les bactéries que sur la levure. Elle partage avec certaines toxines connues la propriété de traverser les filtres en porcelaine et celle d'être détruite à la température de 100°.

Une propriété nouvelle, qui la sépare nettement, à notre connaissance, de toutes les toxines décrites jusqu'ici, c'est d'être *volatile :* elle est facilement entraînée avec la vapeur d'eau lorsqu'on distille les macérations toxiques sous pression réduite, de manière à ne pas dépasser la température de 40°. On obtient alors un distillat actif, le résidu de la distillation, lorsque celle-ci a été poussée assez loin, étant devenu inactif.

Nous avons étudié l'action bactéricide du liquide distillé dans ces conditions et filtré sur porcelaine, en expérimentant de la même manière que ci-dessus sur le *Bacterium coli* et le *Staphylococcus*. Voici les résultats obtenus :

	Témoin.	Après		
		1 heure.	3 heures.	6 heures.
Bacterium coli.	Col. innombr.	892	303	0
Staphylococcus.	630	8	0	»

Le distillat ne donne aucune réaction des aldéhydes, en particulier de l'aldéhyde formique, à laquelle on pourrait songer à attribuer l'effet bactéricide; cette dernière hypothèse est d'ailleurs exclue par la perte rapide de toute activité de la macération chauffée à 100°.

La volatilité de la toxine de la levure nous offre un moyen d'étude très précieux, qui permettra, nous l'espérons, d'en obtenir des solutions plus concentrées que celles que nous avons préparées jusqu'ici, et de fixer sa nature véritable, que nous ignorons absolument. Nous avons déjà utilisé cette volatilité de la toxine pour l'obtenir directement en partant de la levure fraîche, par distillation dans le vide avec une petite quantité d'eau. Cette expérience exclut l'idée que la substance bactéricide ne préexisterait pas dans la levure, mais se formerait pendant le séchage.

Nous adressons en terminant tous nos remercîments à MM. Vulquin et d'Hérelle pour le concours qu'ils nous ont prêté dans les expériences rapportées ci-dessus.

TÉRATOLOGIE. — *Sur le développement des œufs de* Philine aperta *L. exposés à l'action du radium.* Note de M. **Jan Tur**, transmise par M. Yves Delage.

J'ai fait cet été une série de plus de quarante expériences sur l'action des rayons du radium sur le développement d'un Gastéropode Opisthobranche, *Philine aperta* L. Dans ces expériences une préparation radioactive très forte (9^{mg} environ de bromure du radium) agissait, à travers une mince lamelle en verre, sur les œufs des stades divers pendant 6 à 20 heures, après quoi les embryons étaient remis dans les conditions normales.

La segmentation des œufs des Philines, mis en expérience avant la première division, aussi bien que dans les stades de 2, 4 et 8, ne paraît être nullement retardée par l'action du radium : elle s'effectuait tout à fait normalement, ainsi que la formation de la gastrula. Ce n'est qu'un peu avant que l'embryon commence à prendre la configuration cordiforme, que l'effet du radium se prononce : la surface extérieure de l'embryon perd peu à peu ses contours arrondis et réguliers; on voit des cellules de l'ectoderme faire en plusieurs endroits saillie à l'extérieur; plus tard tout l'embryon devient comme hérissé de cellules, sortant de leur rang épithélial.

En même temps le corps de l'embryon devient sensiblement moins

transparent que d'ordinaire : les ébauches des organes en formation deviennent désormais méconnaissables. Après les cellules ectodermiques, l'endoderme commence aussi à sortir dehors en masse des cellules opaques, faisant parfois des hernies énormes qui, pendant quelques heures, restent encore attachées au corps larvaire par un pédoncule plus ou moins étroit.

Enfin les cellules, faisant des saillies anormales, dont toute la surface du corps de l'embryon est entourée, commencent à se détacher de celui-ci et tombent dans l'espace libre entre l'embryon et sa coque. On les reconnaît là alors sous l'aspect de corps arrondis, de diamètre et transparence variables et dont le nombre augmente sans cesse.

Parfois plusieurs cellules sont expulsées à la fois du corps larvaire. Ce dernier, malgré la diminution de plus en plus sensible du matériel formatif, continue à se développer : il se forme une larve véligère, pourvue de bourrelets vibratiles toujours bien développés, où les cils exécutent des mouvements très vifs. Quelquefois l'appareil rotateur du voile arrive à se différencier en deux disques moteurs latéraux, mais le plus souvent l'ébauche du velum ne dépasse pas le stade primitif du bourrelet cilié circulaire.

Des autres organes on ne reconnaît que l'ébauche du rein (*l'œil anal*) qui arrive le plus souvent à se constituer et persiste assez longtemps, en ne disparaissant que vers la désagrégation complète de la larve. J'ai eu plusieurs fois l'occasion d'observer sur le vivant la désagrégation de la région du rein et l'expulsion des éléments pigmentés qui le constituent. Des autres organes larvaires, comme du tube digestif, du foie, otocyste, pied, etc., on ne voit rien. La coque larvaire ne se forme jamais, ce qui est fort compréhensible, vu la désagrégation et l'élimination continuelle des cellules ectodermiques.

L'expulsion des cellules isolées et des groupes cellulaires entiers s'accomplit sans cesse : les dimensions de la larve diminuent presque à vue d'œil et à la fin son diamètre se réduit à 40^{μ}-50^{μ}, c'est-à-dire à $\frac{1}{3}$ environ de la grandeur d'une larve véligère normale.

L'appareil rotateur du voile paraît être le plus réfractaire vis-à-vis l'action du radium : il continue à exécuter les mouvements très forts, même quand tout le corps de la larve est déjà réduit à un amas cellulaire informe. Plusieurs fois j'ai vu des cellules ciliées du voile sortir de leur rang et se mouvoir librement pendant plus de 2 heures, dans l'espace périlarvaire.

A la fin, vers 6 à 9 jours, il ne reste plus du corps de l'embryon qu'un amas de cellules arrondies et désorientées. Les restes du bourrelet rotateur perdent leurs contours précis, mais les mouvements des cils persistent sans s'affaiblir visiblement : on voit alors une masse informe (*Framboisia* de Roux), trois fois plus petite qu'un véliger normal, tourner très vite dans

l'intérieur de la coque, au milieu des cellules expulsées, d'un mouvement gyratoire énergique et continu.

Vers 9 à 10 jours après la ponte les larves informes meurent, sans jamais parvenir à abandonner leur coque.

M. L. **Bonneau** adresse un Mémoire intitulé : *Le problème du voussoir*.

(Renvoi à l'examen de M. Léauté.)

M. F.-J. **Pillet** adresse quelques *Notes documentaires concernant l'Aéronautique*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Tranié** adresse une Note sur *Les Irrigations dans le Sud-Ouest*.

(Renvoi à l'examen de M. Müntz.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 aout 1909 (suite).

Contributions from United States national Herbarium; t. XII : Part 5. *New or noteworthy plants from Colombia and Central America,* by Henry Pitter. Part 6 : *Catalogue of the Grasses of Cuba*, by A.-S. Hitchcock. Washington, 1909; 2 fasc. in-8°.

Contributions from the Botanical Laboratory of the University of Pennsylvania : t. III. N° 1. *Contributions to a Catalogue of the Flora of the Canadian Rocky Mountains and the Selkirk Range,* by Edith-M. Farr. N° 2. *A comparative study of the Genus Pentstemon,* by Louis Krautter. Philadelphie, 1907-1908; 2 fasc. in-8°.

Fumigation investigations in California, by R.-S. Woglum. (U. S. Department

of Agriculture, Bureau of Entomology. *Bulletin* n° 79.) Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

Catalogue of the type-specimens of Mamonals in the United States national Museum, including the biological Survey Collection, by MARCUS WARD LYON and WILFRED HUDSON OSGOOD. Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

Publications of the University of Pennsylvania Contributions from the Zoological Laboratory, for the years 1908-1909; t. XIV. Philadelphie, 1909; 1 vol. in-8°.

Some insects injurious to truck corps. The hop flea-beetle, by F.-H. CHITTENDEN. (Bureau of Entomology. *Bulletin* n° 66, Part IV.) Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

An illustrated catalogue of the asiatic horns and antlers in the collection of the Indian Museum, by T. BENTHAM. Calcutta, 1908; 1 fasc. in-4°.

De Vogels van Java en hunne oeconomische beteekenis, door Dr J.-C. KONINGSBERGER; deel II, met 52 platen. Batavia, G. Kolff et Cie, 1909; 1 vol. in-4°.

Records of the Indian Museum : t. II, parts 2-4; t. III, part 1. Calcutta, 1908-1909; 4 fasc. in-4°.

Memoirs of the Indian Museum : t. I, nos 3, 4; tr. II, n° 1. Calcutta, 1909; 3 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 AOUT 1909.

Institut de France, Académie des Sciences. *Commission de Radiologie : Lettre de M. le Ministre de l'Intérieur. Rapport de M.* BOUCHARD. *Projet de réponse de M.* VILLARD. *Conclusions votées par l'Académie.* Paris. Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-4°.

R. Osservatorio di Catania. *Catalogo astrofografico* 1900 *: Zona di Catania, fra le declinazioni* +46° *e* +55°. Vol. VI, Parte 1a : *Declinazione* +51° *a* +53°, *ascensione retta* 0h *a* 3h. Catane, 1909 ; 1 vol in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Der Processus retromastoideus : Die Crista, der Sulcus und die Tubercula supramastoidea nebst Bemerkungen ueber die Lineæ nuchæ, die Crista occipitalis externa and die Impressiones occipitales, von W. WALDEYER; mit 3 Tafeln. Berlin, 1909; 1 fasc. in-4°.

Recueil des travaux du Conseil départemental d'Hygiène et des Commissions sanitaires de la Gironde, années 1907 et 1908, publié par les soins de M. CHARLES BLAREZ et de M. L. BARTHE; t. III. Bordeaux, 1909; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure : Vol. IX, 2e semestre 1908; Vol. X, 1er semestre 1909. Nantes; 2 fasc. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. IX, fasc. 1, juillet 1909. Montpellier; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de l'Institut océanographique. Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco; nos 140 (suite), 144-150. Monaco; 8 fasc. in-8°.

Annales du Musée du Congo belge : Botanique, 5e série, t. III, fac. 1. *Flore du bas et du moyen Congo* : *Étude de Systématique et de Géographie botaniques,* par EM. DE WILDEMAN. Bruxelles, 1909 ; 1 fasc. in-f°.

Nova Acta Academiæ Cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ curiosorum; t. LXXXVIII et LXXXIX. Halle, 1908; 2 vol. in-4°.

Naturkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië; deel LXVIII. Weltevreden, 1909; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; t. CXXV. Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 AOUT 1909.

Il terremoto del 16 *novembre* 1894 *in Calabria e Sicilia. Relazione scientifica della Commissione incaricata degli studi dal R. Governo. Rapporti di* A. Riccò, E. Camerana, M. Baratta, G. Di-Stefano. (*Annali dell' Ufficio centrale meteorologico e geodinamico;* serie seconda, Vol. XIX, parte 1, 1897.) Rome, G. Bertero, 1909; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan. Hommage de M. A. Riccò.)

L'idée aérienne. Aviation. Les oiseaux artificiels, par François Peyrey, avec une préface de Santos-Dumont. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 vol. in-8°.

Recherches spéléologiques dans la chaîne du Jura, par E. Fournier, 10e campagne 1907-1908. (*Spelunca :* Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; t. VII, n° 56, juillet 1909.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du Bassin de la Seine. *Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année* 1907, sous la direction de M. Maurice Levy, par MM. Nouaillac-Pioch et E. Maillet; et un *Résumé.* Melun, Imp. adm. centrale, s. d.; 1 fasc. in-f° et 1 fasc. in-4°.

Les échelles hydrauliques appliquées à la canalisation et à la régularisation des rivières, par G. Denil. (Extr. des *Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand;* 5e série, t. II, 2e fasc., année 1909.) Gand, imp. F. et R. Buyck, 1909; 1 fasc. in-8°.

Rendiconto dell' adunanza solenne del 6 *giugno* 1909, *onorata dalla presenza delle L. L. Maesta il Re e la Regina e Di S. A. R. la Duchessa d'Aosta.* (*Atti della R. Accademia dei Lincei,* anno CCCVI, 1909.) Rome, 1909; 1 fasc. in-4°.

Cambridge Observatory. Annual Report of the observatory syndicate, 1908 *may* 19 *to* 1909 *may* 18, s. l.; 1 fasc. in-4°.

Observaciones solares, ejecutadas por el professor Luis-G. Leon, en su observatorio particular, *durante el mes de abril de* 1909. Mexico, 1909; 1 fasc. in-4°.

Differenza delle longitudini fra Milano osservatorio astronomico di Brera e Crea punto trigonometrico di 1° *ordine della rete geodetica italiana : Osservazioni* di G. Celoria e M. Rajna; *calcoli* di L. Gabba. (*Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano;* n° XLV.) Milan, Ulrico Hœpli, 1909; 1 fasc. in-4°.

Die säkularen Störungen des Parameters. Einige Fragmente aus seinen Publikationen, von August Weiler; III. Carlsruhe, G. Braun, 1909; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of fisheries for the fiscal year 1907 *and special papers.* Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 14 juin 1909.)

Note de MM. *H. Guillemard* et *R. Moog*, Sur une méthode permettant de mesurer la déshydratation de l'organisme, etc. :

Page 1626, Tableau (Col d'Olen, débit respiratoire apparent),

	au lieu de	*lisez*
	297	597
	302	609
	290	586
	310	617
	334	664
Moy.	306	614

Page 1627, Tableau (Obs. Vallot, débit respiratoire apparent),

	au lieu de	*lisez*
	245	689
	273	768
	243	688
Moy.	254	715

Même page, Tableau (Col d'Olen, même colonne),

	au lieu de	*lisez*
	293	593
	309	624
	275	553
	201	601
Moy.	295	593

(Séance du 21 juin 1909.)

Note de MM. *Gabriel Bertrand* et *V.-I. Meyer*, Sur la pseudomorphine:

Page 1683, *dernier alinéa :* l'éventualité du schéma II ayant été admise par inadvertance, il n'y a évidemment pas à tenir compte de l'observation finale.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 AOUT 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, parlant de la grande semaine d'aviation, s'exprime en ces termes :

Il y a un mois, l'Académie a envoyé le témoignage de son admiration aux hommes qui ont entrepris et dont l'un a fait la traversée de la Manche à l'aide de machines volantes.

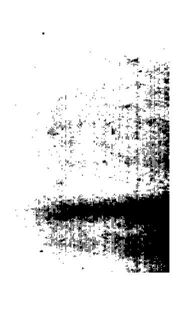
Le Monde était frappé surtout par la hardiesse fabuleuse qui a conduit à ce mémorable exploit. Mais déjà n'était-il pas manifeste que l'audace et le mépris de la mort ne suffisent pas et que la préparation scientifiqne assure le succès ?

C'est à la fois le triomphe de la Science et du courage humain que nous glorifions en présence des événements qui ont pour théâtre les plaines de la Champagne. Ce que des savants illustres avaient essayé en vain, des savants parmi les plus modestes l'ont réalisé. Ils ont résolu les questions et construit les appareils. Ils les utilisent eux-mêmes ou les confient à ces hommes qu'anime le désir de la gloire et dont la race n'est pas près de s'éteindre.

La conquête de l'air est accomplie. L'Humanité est désormais en possession d'une puissance nouvelle, d'un mode de locomotion le plus rapide, le plus direct, le plus sûr, j'allais dire le moins dangereux. Nous n'oublions pas le martyrologe de la période d'enfantement; mais aujourd'hui ne vous paraît-il pas que les naufrages de l'air sont moins périlleux que les autres?

L'Académie envoie son hommage ému à ceux qui ont préparé et accompli





un tel progrès. Elle n'est pas confinée dans les bornes de la Science pure. Tout ce qui peut accroître le bien-être et la noblesse de l'homme l'intéresse. Elle n'est pas insensible à cette pensée que l'Histoire associera le nom de la France à l'accomplissement de ce grand œuvre.

CORRESPONDANCE.

M. C. **Hervieux** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le perfectionnement de la théorie des équations partielles de premier ordre.* Note de **M. N. Saltykow**, transmise par M. Appell.

M. Stekloff vient de simplifier (¹) la démonstration d'un théorème de S. Lie (²) (*théorème généralisé de Jacobi*) et de ses applications à l'intégration des équations aux dérivées partielles. Cette importante étude me suggère des considérations complémentaires à mes recherches antérieures sur la même question.

Considérons le système normal d'équations aux dérivées partielles

$$f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n; p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m), \tag{1}$$

le système correspondant d'équations linéaires étant

$$(f_i, f) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, m). \tag{2}$$

Nous appellerons *élément régulier du système* (1) *l'ensemble de n intégrales en involution du système* (2), *les fonctions* $f_1, f_2, \ldots, f_m$ *y compris, distinctes par rapport aux variables* $p_1, p_2, \ldots, p_n$; *si les intégrales considérées ne sont pas distinctes par rapport à ces dernières variables, l'ensemble est dit* élément irrégulier.

Dans ce langage conventionnel, l'intégration du système (1) revient au

(¹) *Comptes rendus,* 18 janvier, 1er et 22 février 1909.

(²) *Allgemeine Theorie der partiel. Differentialgleichungen* 1-*Ordn.* (*Math. Ann.*, Bd. IX, § 1, p. 464).

calcul de son élément régulier [1]. Or les méthodes connues d'intégration ne satisfaisant pas toujours à cette condition de régularité, nous entendrons par *leur perfectionnement tous les procédés conduisant à utiliser, pour l'intégration du système* (1), *tout élément de ce système, que les fonctions de cet élément soient distinctes ou non par rapport aux variables* $p_1, p_2, \ldots, p_n$.

La résolution du problème posé résulte immédiatement des propriétés canoniques des intégrales du système (2). Soit en effet, pour fixer les idées,

$$(3) \qquad \mathfrak{D}\left(\frac{f_1, \ldots, f_k, f_{k+1}, \ldots, f_m}{p_1, \ldots, p_k;\ x_{k+1}, \ldots, x_m}\right) \gtrless 0 \quad [2],$$

un élément L quelconque (régulier ou irrégulier) du système (1), formé par les fonctions

$$(4) \qquad f_1,\ f_2,\ \ldots,\ f_m,\ f_{m+1},\ \ldots,\ f_n$$

supposées distinctes par rapport aux variables $p_1, p_2, \ldots, p_k, p_{k+1}, \ldots, p_l, x_{l+1}, \ldots, x_m, x_{m+1}, x_n$. Égalant à zéro les m premières fonctions (4) et toutes les autres à des constantes arbitraires $b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}$, l'expression

$$dz = \sum_{i=1}^{l} p_i\,dx_i - \sum_{r=1}^{n-l} x_{l+r}\,dp_{l+r}$$

devient une différentielle exacte, moyennant les équations introduites. Soit son intégrale

$$z = \mathrm{U}(x_1, x_2, \ldots, x_l, p_{l+1}, \ldots, p_m, p_{m+1}, \ldots, p_n, b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}) + b,$$

b étant une nouvelle constante arbitraire, le déterminant fonctionnel suivant, ainsi que ses deux mineurs conjugués,

$$\mathfrak{D}\left(\frac{\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x_{j+1}}, \ldots, \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x_l}, \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial p_{m+l-j+1}}, \ldots, \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial p_n}}{b_1, \ldots, b_{l-j}, b_{l-j+1}, \ldots, b_{n-m}}\right), \quad \mathfrak{D}\left(\frac{\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x_{j+1}}, \ldots, \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial x_l}}{b_1, \ldots, b_{l-j}}\right),$$

$$\mathfrak{D}\left(\frac{\frac{\partial \mathrm{U}}{\partial p_{m+l-j+1}}, \ldots, \frac{\partial \mathrm{U}}{\partial p_n}}{b_{l-j+1}, \ldots, b_{n-m}}\right),$$

---

[1] Il ne s'agit ici que de la théorie classique d'intégration, l'insuffisance des notions de S. Lie étant démontrée (cf. *Atti del IV Congresso internazionale dei Matematici*, Vol. II, Sez. I, p. 77).

[2] Si les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_m$ ne sont pas distinctes par rapport à toutes les variables p_s, l'inégalité (3) devient alors nécessaire. Ce cas peut se présenter si le système (1) est un résultat de l'application de la méthode de Jacobi à un système d'équations dont le nombre est moindre que m. Or nous ne nous bornons pas par cette condition en restant dans l'hypothèse la plus générale admettant l'inégalité (3).

tous les trois étant distincts de zéro ($k < j < l < m$). Par conséquent les équations

$$x_{l+r} = -\frac{\partial U}{\partial p_{l+r}} \qquad (r = m - j + 1, m - j + 2, \ldots, n - l)$$

sont résolubles par rapport aux constantes $b_{l-j+1}, \ldots, b_{n-m}$. En désignant par les parenthèses le résultat de substitution des valeurs de ces dernières quantités dans les expressions entre parenthèses, on en conclut que le système

$$p_i = \left(\frac{\partial U}{\partial x_i}\right), \qquad \left(\frac{\partial U}{\partial b_s}\right) = a_s \qquad \begin{cases} i = j + 1, j + 2, \ldots, l; \\ s = l - j + 1, l - j + 2, \ldots, n - m \end{cases}$$

étant résoluble par rapport aux constantes $b_1, b_2, \ldots, b_{l-j}, a_{l-j+1}, \ldots, a_{n-m}$, définit (avec les m fonctions données) n fonctions

$$f_1, \ f_2, \ \ldots, \ f_m, \ f_{m+1}, \ \ldots, \ f_{m+l-j}, \ F_{l-j+1}, \ \ldots, \ F_{n-m},$$

formant un nouvel élément L_1 du système (1), F_s représentant le résultat de l'élimination de toutes les constantes $b_1, b_2, \ldots, b_{n-m}$ de l'expression $\frac{\partial U}{\partial b_s}$.

La théorie exposée donne le moyen de passer d'un élément L à un autre L_1. Si l'élément L est irrégulier, les fonctions F_s deviennent analogues à celles que j'ai indiquées dans le cas d'une seule équation aux dérivées partielles (1), tout en remarquant que leur généralisation sur les systèmes d'équations était évidente (2). M. Stekloff vient d'obtenir les mêmes fonctions dans son travail cité plus haut. On voit aisément que, dans le cas considéré, L_1 présente un élément régulier du système (1), son intégrale complète s'obtenant à l'aide des transformations algébriques (3). Or si l'élément L était régulier, l'élément L_1 pourrait bien être utile encore pour éviter certaines difficultés intervenant parfois dans les calculs algébriques des intégrales complètes.

Les considérations développées permettent encore de perfectionner la méthode des caractéristiques. En vertu de (3), l'intégrale particulière des caractéristiques du système (1) est résoluble par rapport aux variables

(1) La démonstration se fait comme dans le cas d'une seule équation (cf. *Recherches sur la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue*, p. 201. Extrait des Communications de la Société mathématique de Kharkow, 1905).

(2) *Recherches sur la théorie, etc.*, p. 208.

(3) La démonstration se fait comme pour une seule équation (cf. *Recherches sur la théorie, etc.*, p. 194, et *Comptes rendus*, 10 août 1903).

$x_{k+1}, \ldots, x_m, x_{m+1}, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_k, p_{m+1}, \ldots, p_n$. En rapportant les variables

$$p_1, \quad p_2, \quad \ldots, \quad p_k, \quad -x_{k+1}, \quad \ldots, \quad -x_m, \quad p_{m+1}, \quad \ldots, \quad p_n$$

à la seconde classe, le système (1) reste toujours en involution. En lui appliquant donc la théorie des caractéristiques, on obtient, dans cette nouvelle hypothèse, un élément régulier correspondant. Si l'on revient ensuite à la répartition primitive des variables, l'élément obtenu conserve évidemment les propriétés d'un élément aussi par rapport au système (1); donc son intégration s'achève sans difficultés.

Enfin il résulte d'un travail récent (1) que la théorie exposée permet aussi de perfectionner la méthode d'intégration de Jacobi-Mayer.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une démonstration de la règle des phases.* Note de M. **Boulouch**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Il a été publié dans les *Comptes rendus* deux démonstrations ayant pour objet d'établir la règle des phases sans faire appel aux principes de la Thermodynamique.

La première, en 1904, est un très intéressant essai de M. Raveau auquel on ne peut guère reprocher qu'une énonciation insuffisante des postulats immédiats qui jouent le rôle des postulats plus lointains de la Thermodynamique, et une forme peu accessible à la plupart des chimistes.

Mais la démonstration de M. Muller (21 avril 1908) appelle des observations d'une autre gravité. On peut passer sur l'artifice singulier du classement des φ phases en une série présentant $\varphi - 1$ surfaces de séparation, qui permet l'établissement de $n(\varphi - 1)$ équations d'équilibre (n = nombre des composants indépendants), bien qu'il ne soit pas du tout évident : 1° qu'un autre classement ne donnerait pas de nouvelles équations distinctes des premières, 2° que ce classement n'est pas incompatible avec l'échange d'un élément entre une phase et une seule phase contiguë; mais ce qu'il n'est pas possible d'admettre, c'est le procédé employé pour obtenir ces équations et qui consiste à égaler la masse m d'un composant indépendant qui peut passer, par unité de surface et dans l'unité de temps,

(1) N. Saltykow, *Sur l'existence des intégrales de S. Lie et le perfectionnement de la méthode de Jacobi dans la théorie des équations partielles* (*Atti del IV Cong. inter.*, Vol. II, Sez. I, p. 84-86).

de la phase (1) dans la phase (2), à la masse m' du même corps qui, en sens inverse, peut passer dans les mêmes conditions de la phase (2) dans la phase (1), ces masses étant *considérées comme des fonctions de la pression, de la température et de la composition des phases contiguës.*

C'est cette dernière proposition qui est absolument inadmissible; si en effet on considère la période troublée qui précède l'équilibre et pendant laquelle des échanges ont réellement lieu, on pourra écrire

$$m > \text{ ou } < m', \tag{1}$$

de façon à tendre vers les compositions d'équilibre; mais les masses m et m' sont des fonctions, non pas simplement de la température, de la pression et des concentrations, mais des excès que présentent les valeurs de ces éléments sur les valeurs des mêmes éléments relatives à l'état d'équilibre, et s'annulent avec ces excès; quand l'équilibre sera atteint et que l'inégalité (1) se changera en égalité, les masses m et m' s'évanouiront, et l'on ne saurait avoir que

$$0 = 0.$$

Si maintenant on considère l'état d'équilibre, on peut évidemment le concevoir comme une sorte d'équilibre mobile dans lequel une masse m d'un composant indépendant passant de la phase (1) à la phase (2), une masse égale m' du même corps va dans le même temps de (2) à (1); mais, en dehors de l'emploi des cloisons semi-perméables qui transformeraient le problème de l'équilibre, ou de l'intervention des théories atomistiques, dont il n'est pas question ici et qui, d'ailleurs, introduiraient des surfaces de séparation dans les équations d'équilibre, on est en présence d'une opération *purement intellectuelle,* et les masses m et m' ne sont fonctions ni de la température, ni de la pression, ni des concentrations, ni de quoi que ce soit, autre que la fantaisie de celui qui donne, par la pensée, cette forme mobile à l'équilibre; en exprimant ces masses à l'aide des volumes, on peut se donner l'illusion que les variables indiquées figurent dans les équations, mais ces variables nouvelles qu'on doit introduire font ressortir l'arbitraire d'une telle supposition.

On se rendra compte plus aisément de l'exactitude de notre point de vue si l'on raisonne sur le cas simple liquide-vapeur; on imagine aisément des modifications réversibles qui, par des variations convenables du volume offert au système, pourront simultanément vaporiser du liquide et liquéfier de la vapeur, mais les masses m et m' ainsi mises en jeu ne dépendront que des variations de volume volontairement imposées.

Il résulte de là qu'il faut faire appel à d'autres considérations pour trouver les $n(\varphi - 1)$ équations nécessaires à la marche de la démonstration de M. Muller.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la dissociation hydrolytique de l'iodure de bismuth.* Note [1] de M. **René Dubrisay**, transmise par M. H. Le Chatelier.

J'ai exposé dans une Note précédente les résultats auxquels je suis parvenu en recherchant les équilibres qui se produisent dans la décomposition hydrolytique du chlorure de bismuth par l'eau [2]. Je me propose aujourd'hui d'exposer le résultat de mes études sur l'action de l'eau sur l'iodure de bismuth.

J'ai principalement étudié les états d'équilibre qui se produisent à la température de 50°, après avoir vérifié que, à cette température, l'équilibre était établi au bout de 12 heures.

J'ai effectué également quelques déterminations à la température de 150°. J'ai admis que dans ce cas, comme dans le cas des chlorures, l'équilibre était atteint au bout de 3 jours. Les résultats que j'indique dans le Tableau II sont relatifs à des solutions qui, au bout de ce délai, ne contenaient pas encore d'iode libre.

Le précipité obtenu présente suivant les cas deux aspects distincts. Il est rouge brique quand la phase liquide correspondante, peu concentrée, renferme moins de 0,002 atome-gramme de bismuth par litre, et noir avec concentrations plus fortes.

Pour voir si les corps rouges et noirs correspondaient à deux oxyiodures différents, je fis l'expérience suivante :

Des volumes égaux d'une même solution primitive étaient additionnés de quantités variables d'eau; l'ensemble était maintenu 12 heures à 50°. Je prélevais, après précipitation, un volume déterminé de la liqueur, et j'y titrais l'acide iodhydrique par

---

(1) Transmise dans la séance du 23 août 1909.

(2) J'apprends que MM. Herz et Bulla ont publié dans la *Zeitschrift für anorganische Chemie*, à la date des 27 février et 30 juin 1909, deux Mémoires relatifs à la dissociation hydrolytique des sels halogénés de bismuth. J'ignorais la publication de ces travaux, lorsque j'ai moi-même publié mes deux Notes relatives à la dissociation des chlorures et bromures de bismuth, résultant de travaux commencés en mai 1908.

En tout cas, il n'est fait mention dans aucun des deux Mémoires de MM. Herz et Bulla des résultats que je consigne dans la présente Note.

alcalimétrie en présence de méthyle orange après précipitation du bismuth par l'hydrogène sulfuré. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

Tableau I.

Quantité d'eau ajoutée à 10^{cm^3} de liqueur primitive.	Nombre de centimètres cubes de soude décinormale nécessaire à la neutralisation.	
20	38,5	précipité noir.
30	28,0	
40	27,5	
50	21	précipité rouge.
60	18	
90	14	

En représentant graphiquement ces résultats, on voit nettement que la courbe présente une discontinuité.

J'ai déterminé ensuite la composition des phases liquides en équilibre avec les précipités noirs. Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

Tableau II.

A 50°.		A 15°.	
Bismuth. Atome-gramme par litre.	Acide iodhydrique. Atome-gramme par litre.	Bismuth. Atome-gramme par litre.	Acide iodhydrique. Atome-gramme par litre.
0,002	0,041	0,027	0,260
0,005	0,146	0,103	0,687
0,026	0,330	»	»
0,050	0,456	»	»
0,063	0,528	»	»
0,156	0,910	»	»

De ces chiffres on peut conclure :

1° Que l'élévation de température augmente la dissociation de l'iodure de bismuth;

2° Que le précipité noir est constitué par un corps unique, car la courbe obtenue en portant en abscisse les concentrations en bismuth, en ordonnée les concentrations en acide iodhydrique, ne présente aucune discontinuité. Il existe donc bien deux oxyiodures différents : l'un rouge et l'autre noir.

Pour déterminer la composition de l'oxyiodure rouge, je recueillais ce corps sur un filtre, puis, après lavage, je le redissolvais dans l'acide chlorhy-

drique dilué, je dosais le bismuth à l'état de sulfure, l'iode à l'état d'iodure de palladium. On indique pour ce corps la formule BiOI.

Mes analyses sont entièrement d'accord avec cette formule :

Rapport.	Calculé.	Mesuré.
$\frac{Bi}{I}$	1,629	1,634
	»	1,632

Il était impossible de laver le précipité noir, qui se décompose par l'eau et par l'alcool en régénérant le corps rouge. J'ai dû me contenter de le sécher alors entre des plaques poreuses. La composition trouvée correspond au rapport $Bi^2O^3 : 5\,HI$.

Rapport.	Calculé.	Mesuré.	
$\frac{Bi}{I}$	0,651	0,638	Corps obtenu par précipitation à 80°.
	»	0,633	
	»	0,648	Corps obtenu par précipitation à froid.
	»	0,656	

J'ai de plus cherché à déterminer, approximativement tout au moins, la proportion de corps autres que l'iode et le bismuth contenus dans cet oxyiodure noir. Pour cela, je dosais séparément sur deux poids déterminés du précipité, l'iode par la méthode ordinaire, le bismuth par précipitation par le bichromate (après attaque du corps à l'acide nitrique et évaporation). Je suis arrivé de la sorte aux résultats suivants :

Iode pour 100.	Bismuth pour 100.	Différence pour 100.	Rapport $\frac{Bi}{I}$.
59,0	38,2	2,8	0,647

D'une part, cette analyse confirme les résultats précédents. Elle prouve d'autre part que les petites portions de la solution liquide en contact avec le précipité lors de sa formation et qu'il n'a pas été possible ici d'enlever par lavage, ne peuvent entraîner que des erreurs négligeables. La proportion de cette solution retenue par le précipité est en effet certainement inférieure à 3 pour 100, car le précipité doit renfermer de l'oxygène combiné, et la liqueur à partir de laquelle l'oxyiodure avait été précipité contenait $0^{atg},420$ d'acide iodhydrique par litre, soit, d'après le Tableau II, environ $0^{atg},05$ de bismuth.

Les quantités d'iode et de bismuth correspondant à 3 pour 100 de cette solution sont inférieures aux erreurs d'expérience.

THERMOCHIMIE. — *Méthode simplifiée et appareil pour déterminer le pouvoir calorifique des combustibles gazeux.* Note de M. P. **Lemoult**, présentée par M. Jungfleisch.

Parmi les méthodes employées pour mesurer le pouvoir calorifique, et par suite la valeur industrielle des combustibles gazeux, comme les gaz pauvres, les gaz de fours à coke, de hauts fourneaux, d'éclairage, etc., il en est une qui consiste à faire l'analyse quantitative immédiate de ces gaz et à multiplier la teneur en chacun des composants par le facteur thermique qui lui correspond; il faut au moins connaître les quantités d'hydrogène, d'oxyde de carbone et de méthane, parfois celles d'éthylène, de benzène, etc., et le problème analytique assez compliqué conduit à des résultats qui ne sont pas très précis.

Si l'on s'adresse aux méthodes directes basées sur la combustion en vase clos ou en vase ouvert, il faut souvent des appareils coûteux d'un maniement délicat (bombe Berthelot, bombe Mahler, bombe Witz, etc.) ou des appareils d'une précision douteuse (¹). Même avec les premiers, l'erreur, pour les gaz pauvres, atteint souvent 2 pour 100, à cause de la très faible élévation de température due à la combustion.

La méthode que je propose comporte une simplification importante basée sur la remarque suivante : *Il est inutile de connaître séparément les teneurs en* H^2 *et en* CO; *il suffit de connaître le total de ces deux composants;* cette proposition résulte de l'examen des deux réactions :

$$H^2 + O = H^2O \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +69^{\text{Cal}}$$
$$CO + O = CO^2 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +68^{\text{Cal}},2$$

En effet H^2 et CO : 1° donnent la même contraction (3^{vol}) si l'on a soin de mettre les gaz brûlés en contact avec un alcali; 2° consomment par molécule (2^{vol}) la même quantité d'oxygène (1^{vol}); 3° donnent le même dégagement de chaleur, si l'on prend comme moyenne du phénomène thermique le nombre $68^{\text{Cal}},6$. Si donc on a un combustible gazeux, un gaz de gazogène par exemple, ne contenant comme partie utile que de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, si a représente la contraction après combustion et alcali; si b représente la consommation d'oxygène, le pouvoir calorifique en sera donné indifféremment par l'une ou l'autre des deux formules :

$$(1) \qquad P = \frac{68\,600}{2\,V}\,\frac{2\,a}{3} = 2,049\,a = 6,147\,b$$

(¹) Exception faite pour le récent appareil de M. C. Féry (calorimètre thermo-électrique).

(en prenant $2V = 22^l,32$ à $0°$ et 760^{mm}), car on a

$$a = 3b.$$

Dans le cas, beaucoup plus fréquent, où il y a du méthane, le problème comporte la même simplification; si en effet on désigne par x, y, z les teneurs respectives en H^2, CO et CH^4, la contraction après combustion et alcali et la consommation d'oxygène donnent les deux équations suivantes :

$$a = 1,5(x+y) + 3z, \qquad b = 0,5(x+y) + 2z,$$

qui ne contiennent que deux inconnues $x+y$ (voir ci-dessus) et z; la résolution donne

$$x+y = \frac{4}{3}a - 2b, \qquad z = b - \frac{a}{3}, \qquad x+y+z = a-b.$$

Cette dernière relation montre : 1° que la *partie utile* du mélange combustible est donnée par $a-b$; c'est un résultat qu'il était facile de prévoir, puisque la contraction (en présence d'alcali) d'une molécule gazeuse qui brûle se compose du volume de la molécule disparue et du volume d'oxygène qu'elle a exigé pour sa combustion; 2° que l'absence d'hydrocarbures se traduit par $a = 3b$.

Les deux premières relations permettent d'écrire la valeur P du pouvoir calorifique du mélange $x+y+z$, puisque la chaleur de combustion du méthane est $213^{Cal},2$.

On a

$$P = \frac{1}{2V}[(x+y)68600 + z.213200]$$

ou, toutes simplifications faites,

$$P = 0,914a + 3,405b. \qquad (2)$$

Dans la plupart des cas, les gaz combustibles industriels contiennent, outre H^2, CO et CH^4, de l'éthylène, du benzène, de l'acétylène, etc. en quantités parfois importantes; la formule (2), qui ne tient pas compte de ces gaz et qui en outre adopte pour les mélanges d'hydrogène et d'oxyde de carbone la valeur moyenne $68^{Cal},6$, ne saurait donc être rigoureusement exacte; mais l'erreur qu'elle comporte est facile à évaluer et l'on peut voir qu'elle ne dépasse pas 2 pour 100 en général.

Supposons par exemple qu'il y ait de l'éthylène; d'après la formule (2), 1^{cm^3} d'éthylène est compté pour $13^{Cal},870$, alors qu'il en apporte réellement $15^{Cal},322$, soit une différence de $1^{Cal},452$; pour les gaz pauvres, où la teneur en éthylène se tient au voisinage de 1 pour 100, cela fait une erreur de $1^{Cal},4$ environ sur un pouvoir calorifique moyen d'environ 100^{Cal}; donc l'erreur est de 1,4 pour 100 environ. Pour un gaz de ville, la teneur en éthylène atteint rarement 6 pour 100, ce qui donnerait une erreur absolue

de $8^{Cal},7$ sur un pouvoir moyen de 500^{cal} à 600^{cal} pour 100^{cm^3}; soit donc une erreur qui oscille entre 1,74 et 1,45 pour 100.

La formule (2) exige quelques corrections : 1° parce qu'on a supposé, en prenant $2V = 22^l,32$, que le mélange gazeux soumis à la combustion était sec, à 0° et 760^{mm}; or ce gaz est toujours saturé d'eau et à une température $t \neq 0$ et à une pression $H \neq 760^{mm}$; 2° parce que les résultats d'opérations diverses doivent, si l'on veut les comparer entre eux, être rapportés à des prises de gaz combustibles supposées faites à 0° et sous 760^{mm}; il est facile de tenir compte de ces deux circonstances dans le calcul des résultats, et de voir que la puissance calorifique corrigée $\mathfrak{P}$ est donnée par

$$\mathfrak{P} = P\,\frac{\overline{760}^2}{H^2} \tag{3}$$

(H = pression atmosphérique au moment de l'expérience).

Il va de soi que les diverses formules (1), (2) et (3) s'appliquent quels que soient l'appareil et la méthode qui ont fourni les valeurs expérimentales nécessaires a et b; mais pour donner une application pratique courante à ces formules simplifiées, j'ai réalisé un appareil portatif permettant d'effectuer, loin du laboratoire, sans cuve à mercure, ni cuve à eau, les deux mesures de a et b; il se compose d'un tube-mesureur, d'une petite bombe en laiton pour les combustions et de deux réservoirs en verre pour les prélèvements gazeux. Voici quelques-uns des résultats qu'il m'a donnés :

	Appareil.	Eudiomètre à Hg.	Bombe Berthelot.
Gaz tonnant dilué d'air, 100^{cm^3}......	Cal 115,1	Cal 113,1	»
Gaz d'éclairage dilué d'air, 100^{cm^3}...	114,9	115,9	»
Gaz d'éclairage (de Lille), 100^{cm^3}...	497,8 500,7	»	Cal 503,2

La description détaillée et le fonctionnement de cet appareil qui donne par a et b le pouvoir calorifique du gaz, sa teneur en gaz utiles, et son analyse immédiate (H^2 + CO ensemble), tout en se prêtant très bien à une analyse complète, seront exposés dans d'autres recueils.

MINÉRALOGIE. — *Sur le pseudopolychroïsme des sphérolites.* Note de M. Paul Gaubert, présentée par M. A. Lacroix.

Des cristaux incolores, mais présentant une structure fibreuse ou lamellaire, examinés à la loupe dichroscopique, montrent parfois deux images

d'intensité inégale et variable avec l'orientation du cristal, simulant le polychroïsme, et l'examen au microscope polarisant muni d'un seul nicol confirme cette analogie. Ce fait constaté par de Sénarmont a été observé et étudié par M. Fedoroff, M. Schröder van der Kolk et tout récemment par M. G. Quincke (¹) qui s'est occupé des sphérolites d'une des modifications du soufre. L'étude de l'absorption de la lumière (pseudopolychroïsme) par des sphérolites incolores fait l'objet de cette Note.

Comme les modifications polychroïques du soufre sont instables et peuvent être mélangées à d'autres formes colorées du même corps et qu'en outre, elles sont elles-mêmes plus ou moins jaunes, j'ai étudié des substances absolument incolores et relativement stables.

J'ai d'abord examiné le polychroïsme des sphérolites constitués par une seule substance. La benzoïne, la cholestérine, le propionate de cholestérine, le bétol, la quinidine, etc., fondus sur une lame de verre et recouverts d'un couvre-objet peuvent donner dans certaines conditions des sphérolites laissant passer la lumière avec la même intensité sur toute leur étendue lorsqu'on les observe sans nicol. L'introduction du nicol produit, suivant les sphérolites observés, une absorption plus ou moins grande de la lumière dans la direction des fibres perpendiculaires à la section principale du nicol. Avec la loupe dichroscopique les deux images ont la même intensité lumineuse, mais l'absorption dans les sphérolites de l'une d'elles se fait dans une direction perpendiculaire à celle de ceux de l'autre image.

Il est à remarquer que la direction de l'absorption est indépendante du signe optique d'allongement des fibres, fait déjà observé par M. Quincke, ce qui indique que le phénomène est différent de celui qui a été étudié par M. Fedoroff (²) dans les plaques minces des cristaux de calcite. A la suite de M. Quincke, on peut admettre que les fibres d'un sphérolite agissent comme un réseau polariseur. En effet, j'ai constaté qu'une lame de quartz à teinte sensible, placée entre le nicol et le sphérolite montrant un pseudopolychroïsme intense, prend une teinte légèrement violacée dans les parties correspondant aux plages du sphérolite dans lesquelles la lumière est en apparence absorbée.

Avec deux substances mélangées et fondues sur la même lamelle, le phénomène est parfois plus complexe et plusieurs cas peuvent se présenter.

1° Le plan médian des deux secteurs plus ou moins obscurs est comme dans le cas précédent perpendiculaire à la section principale du nicol.

(¹) G. QUINCKE, *Ann. der Physik*, 4ᵉ série, t. XXVI, 1908, p. 625.

(²) E. FEDOROFF, *Zeitsch. f. Kryst.*, t. XXXII, 1900, p. 128.

2° Le plan médian des deux secteurs absorbant la lumière coïncide avec la section principale du nicol (absorption anomale de Quincke).

En poussant plus loin l'étude de ces sphérolites on constate que dans le premier cas (cholestérine et menthol, propionate de cholestérine et menthol, cholestérine et gaïacol, etc.), les deux substances mélangées cristallisent ensemble et les sphérolites obtenus se comportent comme ceux d'un seul corps.

Dans le second, au contraire, les deux substances, tout en contribuant à la formation du même sphérolite, conservent une certaine individualité et le sphérolite est constitué par des couches alternantes de deux corps différents (cholestérine et benzoïne, menthol et benzoïne, menthol et triphénylméthane, cholestérine et acide hippurique, cholestérine et quinidine, etc.).

Ce fait permet d'expliquer l'absorption anomale. En effet la surface de séparation des deux sortes de substances est perpendiculaire au rayon, et comme les couches sont très minces, elles agissent comme les fibres radiales, c'est-à-dire absorbent la lumière perpendiculairement à la section principale du nicol. En réalité il n'y a donc pas d'absorption anomale.

Suivant la quantité des substances mélangées, l'absorption de la lumière plus ou moins forte est maximum dans le plan parallèle ou perpendiculaire à la section principale du nicol. La description des diverses particularités observées sera développée dans un Mémoire ultérieur.

En résumé, dans le cas de pseudopolychroïsme, le maximum d'absorption de la lumière, dans les sphérolites constitués par une seule substance, a lieu suivant une direction perpendiculaire à la section principale du nicol; dans les sphérolites formés de deux substances ne se mélangeant pas intimement, le maximum d'absorption peut se produire dans la direction perpendiculaire à la précédente, mais il n'y a pas d'absorption anomale, l'absorption est encore due à l'action de couches disposées perpendiculairement à la section principale du nicol.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *L'extension et la régression de la forêt vierge de l'Afrique tropicale.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. E. Perrier.

Dans une Note précédente nous avons fait connaître le mode de vie des *Eriospora* de l'Afrique tropicale et montré comment ces végétaux se fixent sur les rochers granitiques dénudés là où aucune autre plante ne pourrait

croître. Tant que les colonies de cette Cypéracée restent vivantes, aucune autre plante phanérogame ne s'y associe; mais si une cause accidentelle les détruit, par exemple une sécheresse très prolongée, un incendie d'herbes trop violent, sur la couche de tourbe mêlée de débris de roches ou de cendres, véritable sol que les *Eriospora* ont édifié, les graines de diverses espèces végétales apportées par le vent germent à la saison des pluies.

Il se constitue ainsi une nouvelle formation plus complexe, constituée surtout par des plantes herbacées, mais où les essences ligneuses vont progressivement se fixer.

La flore de la forêt vierge, localisée d'abord dans les plaines, a dû gagner ainsi de proche en proche les sommets de certaines montagnes au fur et à mesure que celles-ci se recouvraient d'une couche de terre végétale plus épaisse. Cela explique l'uniformité de la flore de la forêt vierge de la Côte d'Ivoire qui a exactement la même composition dans les plaines côtières et sur les montagnes du Nord-Ouest jusqu'à 1200^{m} d'altitude (en Afrique occidentale française il n'existe pas de sommets boisés plus élevés). On observe encore de nos jours, sur quelques montagnes africaines, la marche progressive de la forêt tendant à s'étendre en envahissant le sol qu'ont édifié les *Eriospora*. Mais ce cas est extrêmement rare, et d'une façon générale la forêt vierge africaine est presque partout en voie de régression.

Sur les pentes de la plupart des montagnes de l'Afrique tropicale, les végétaux de la flore sylvatique se trouvent en effet en concurrence avec deux groupes biologiques ayant des adaptations très différentes. L'un comprend les espèces spéciales aux hauts sommets de l'Afrique tropicale, l'autre les espèces de la brousse soudanaise. Ces deux groupes vivent pêle-mêle par petites colonies dans les endroits où la roche n'est pas complètement dénudée et où l'*Eriospora* fait défaut.

Sur les flancs du mont Momy, par exemple, et sur les montagnes environnantes situées entre 7°45' et 8° de latitude Sud dans la partie nord-ouest de la Côte d'Ivoire, entre 800^{m} et 1350^{m} d'altitude, nous avons relevé les espèces suivantes caractéristiques des hauts sommets de l'Afrique tropicale : *Rubus fellatæ* A. Chev., race occidentale du *Rubus pinnatus* Willd., *Olea Hochstetteri* Baker, *Naxia Mannii* Gilg, *Peucedanum fraxinifolium* Hiern, *Hymenodictyum Kurria* Hochst., *Mæsa lanceolata* Forsk., plusieurs espèces d'Araliacées; une Fougère arborescente, *Cyathea Laurentiorum* Christ, enfin quelques plantes herbacées : cinq ou six espèces de *Begonia*, deux *Impatiens*, *Cardamine hirsuta* L., *Drymaria cordata* Willd., etc.

Ces espèces ont parfois encore quelques individus à 700^{m} d'altitude, mais il est rare qu'elles descendent plus bas. Très exceptionnellement, nous avons

vu le *Rubus* croître aux environs de Danané à 300^{m} d'altitude sur des terrains où la forêt vierge avait été abattue.

Par contre, les espèces de la brousse soudanaise qui vivent aussi sur les montages au contact de la forêt vierge, principalement sur sa lisière, mais parfois aussi dans son milieu (au mont Niénokoué, près Fort-Binger, par exemple), envahissent très rapidement les terrains de la forêt situés au pied des hauteurs, d'abord défrichés et abandonnés après deux ou trois années de culture.

Les graines légères d'*Andropogon* et d'autres graminées de savane sont charriées par le vent et par les pluies vers le bas; le vent emporte également dans la même direction les graines ailées du *Lophira alata* Banks, des *Terminalia*, des *Combretum*, des *Securidaca*, des *Hymenocardia*, ou les graines aigrettées de l'*Holarrhæna*, toutes plantes caractéristiques de la flore soudanaise. Ce sont des animaux, et en particulier les Singes et les Rongeurs, qui contribuent surtout à la dissémination de certains fruits charnus tels que le *Vitex cuneata* Schum., le *Ximenia americana* L., le *Sarcocephalus esculentus* Afz. ou des graines entourées du pulpe du *Parhia africana* D. C., plantes qui caractérisent également la savane africaine et qui s'implantent sur l'emplacement de la forêt défrichée, à sa lisière.

Dans les régions qui ne sont pas en contact avec la brousse et où n'existent pas de montagnes, une autre cause intervient pour réduire l'étendue de la forêt vierge. Environ un tiers de la forêt de la Côte d'Ivoire a déjà été défrichée par les indigènes depuis une époque immémoriale.

En quelques années des arbres réapparaissent sur l'emplacement des terrains de culture abandonnés, mais ce n'est plus la forêt vierge, c'est une forêt appauvrie renfermant une trentaine d'essences arborescentes, alors que la forêt vierge en contient de 250 à 300 espèces.

La plupart des espèces qui réapparaissent remplissent deux conditions : 1° elles ont des graines légères ou sont munies de poils, ou bien elles possèdent des fruits ailés, ce qui facilite leur transport par l'eau et par le vent; 2° leur croissance doit être rapide (par conséquent, leur bois léger) puisque celles qui croissent plus rapidement finissent par étouffer les autres sous leur ombre. Effectivement les arbres les plus fréquents dans la forêt reconstituée appartiennent aux genres *Mussanga*, *Myrianthus* et *Ficus* (graines très fines), *Eriodendron* et *Bombax* (graines à longues soies), *Funtumia* (graines aigrettées), *Triplochiton*, *Petersia* et *Terminalia* (fruits ailés) qui ont tous des bois légers.

Malgré son apparence de continuité, la forêt vierge africaine diminue donc d'étendue : vers le Nord, elle est en régression et la brousse soudanaise prend peu à peu sa place; dans l'intérieur les défrichements l'appauvrissent.

En ce moment s'opèrent en Afrique occidentale des transformations sociales profondes. Dans des contrées où sévissait, il y a peu de temps encore, l'anthropophagie, les indigènes étendent beaucoup leurs cultures qu'ils sont obligés de faire sur de grands espaces, leurs procédés agricoles étant rudimentaires. La forêt est donc de plus en plus entamée. *Tout terrain cultivé conquis sur la forêt vierge constitue certainement un gain précieux pour la civilisation, mais à la condition toutefois que cette forêt ne disparaisse pas partout.*

Nous croyons qu'il serait temps que les Gouvernements coloniaux prennent des mesures en vue de rendre les défrichements plus méthodiques et aménagent des réserves forestières riches en essence fournissant des produits utiles à l'homme.

ZOOLOGIE. — *Le* Mesoplodon *de la Hougue* (2 *novembre* 1908). Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. E. Perrier.

Le 2 novembre 1908, M. Ch. Liot, mécanicien du laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue, trouva échoué, vivant, à marée basse, dans les rochers qui bordent à l'Est et au Sud-Est la presqu'île de la Hougue, un Cétacé ziphioïde appartenant au genre *Mesoplodon* et, très probablement, à l'espèce *Mesoplodon bidens* Sow., la seule qui ait été rencontrée jusqu'à ce jour sur nos côtes. Une étude anatomique complète de cet animal, qui doit être faite ultérieurement, permettra sa détermination spécifique précise et certaine pour laquelle est nécessaire l'examen du squelette, plus particulièrement du crâne et du rachis.

Ce *Mesoplodon* était un mâle adulte; il atteignait une longueur totale de 5^m environ. Sa couleur était uniformément noire et il présentait à la surface de son corps, comme l'exemplaire, mâle également, étudié par Grieg, en 1904, comme aussi un autre exemplaire mâle échoué en Danemark et dont le professeur H. Jungersen a bien voulu me communiquer des photographies, un ensemble de lignes blanches très étroites s'entrecoupant et dues probablement à des érosions sur le sable et les rochers. Il présentait en outre les deux grandes dents triangulaires caractéristiques placées au milieu de la mâchoire.

L'estomac ne contenait aucune matière alimentaire.

Le *Mesoplodon bidens* Sow. est un Cétacé de haute mer, localisé, semble-t-il, dans la région Nord-Atlantique. On ne l'a d'ailleurs rencontré que très rarement. Le premier exemplaire observé est celui qui échoua en 1800 à Elginshire (Ecosse), et qui fut décrit par Sowerby. Depuis 1800 jusqu'à 1906, d'après la statistique récemment établie par Allen, et si l'on écarte l'individu dont le crâne existe au musée de Caen, et qui fut nommé *Mesoplodon europaeus* Gerv. par P. Gervais, qui y voyait un animal spécifiquement distinct du *bidens*, le nombre total des spécimens observés dans le monde ne serait que de 26. Le vingt-septième serait un exemplaire femelle échoué à Saint-Andrews en mai 1908 et le vingt-huitième l'exemplaire mâle de la Hougue. Ce dernier serait seulement le quatrième observé sur les côtes de France.

Dans sa revision des Cétacés du musée d'Histoire naturelle de Caen (1909) M. L. Brasil fait au sujet des mœurs de cet animal rarissime et peu connu une remarque intéressante : « *Mesoplodon bidens* Sow., dit-il, est un Cétacé qui vient très rarement à la côte sur le littoral français. Les plus anciens exemplaires connus correspondent précisément à l'échouage de l'individu de Salenelles et à celui d'une femelle qui se perdit au Havre le 9 septembre 1825. Le rapprochement des dates (Salenelles, été 1825) et la rareté de l'apparition du *Mesoplodon* dans nos eaux, tendent à faire penser que ces deux animaux étaient réunis, peut-être faisaient-ils partie d'une bande plus nombreuse. » Si l'on remarque que l'individu de Salenelles était un mâle, tandis que celui du Havre était une femelle, si l'on tient compte en outre de ce que les deux exemplaires échoués à Karmö (Norvège) le 25 et le 29 août 1895 étaient également une femelle et un mâle, on peut supposer que ces animaux voyagent d'ordinaire par couple. Le rapprochement de l'échouage de la femelle de Saint-Andrews (mai 1908) de celui du mâle de la Hougue (2 novembre 1908) vient encore fournir un nouvel argument en faveur de cette manière de voir.

Cet animal, qui, avant l'échouage de la Hougue, n'était pas représenté aux collections d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle, n'est guère connu encore que par ses formes extérieures et son squelette. Ayant conservé l'ensemble de ses organes, nous sommes actuellement en mesure d'en faire une monographie anatomique complète. C'est pourquoi nous nous bornons ici à ce court exposé.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'épreuve de l'ammoniurie expérimentale chez l'épileptique.* Note de MM. J.-E. **Florence** et P. **Clément**, présentée par M. Bouchard.

L'épreuve de l'ammoniurie expérimentale, telle que l'ont préconisée MM. Gilbert et Carnot, consiste dans l'ingestion de 4^{g} à 6^{g} d'acétate d'ammoniaque : on constate alors que, chez les individus sains, la plus grande partie de ce corps s'élimine à l'état d'urée.

Ce procédé d'exploration revêt chez l'épileptique une importance toute particulière : certains auteurs, en effet, attribuent à la présence dans le sang du carbamate d'ammoniaque en quantité anormale une influence prépondérante sur la production des accès. Ce corps est un intermédiaire entre le carbonate d'ammoniaque et l'urée. La question se posait donc de savoir, si un sel ammoniacal introduit en grande quantité dans l'économie était susceptible de provoquer des accès en favorisant l'accumulation dans les tissus de l'épileptique de ce carbamate d'ammoniaque.

Aussi, l'épreuve qui nous occupe a-t-elle tenté quelques chercheurs. Guidi entre autres, administrant à ses malades du carbonate d'ammoniaque, constate effectivement que l'ingestion de ce sel est intimement liée à la production des attaques, et qu'une très petite partie de ce corps est transformée en urée. Ces conclusions ont trouvé des contradicteurs. Parmi eux, Motti déclare n'avoir jamais constaté de rapport entre l'ingestion d'ammoniaque et l'apparition des attaques.

Sous quelle forme s'éliminent les sels ammoniacaux ingérés par l'épileptique? Quels rapports ont-ils avec les attaques? Telles sont les deux questions que nous nous sommes proposé de résoudre.

Nous avons, dans ce but, fait subir à l'épreuve de l'ammoniurie expérimentale une modification portant sur la quantité de sel administré. 10g d'acétate liquide officinal dégagent environ 0g,400 d'azote. Si dans les cas d'insuffisance hépatique cette dose permet de constater des modifications urinaires, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de rechercher des anomalies peu marquées dans les fonctions uropoïétiques. D'autant que sels ammoniacaux et urée varient considérablement d'un jour à l'autre chez un individu soumis à un régime ordinaire.

Nous avons donc administré de 10g à 30g d'acétate d'ammoniaque en doses réparties sur 3, 4 et 5 jours. Comme dans nos précédentes recherches, nous avons institué des *expériences comparatives*, en utilisant des hommes normaux se trouvant comme les épileptiques dans des conditions identiques à tous égards.

Nous avons dosé dans les urines des 24 heures : l'urée et l'ammoniaque, par le procédé décrit ici même par l'un de nous [Florence, *Dosage volum. de l'urée, etc.* (*Comptes rendus*, 5 avril 1909)] et contrôlé un grand nombre de fois par la méthode de Folin. L'azote total a été dosé par le procédé Kjeldahl-Henninger.

I. *Hommes normaux.* — Les résultats fournis par quatre individus bien portants ne diffèrent les uns des autres que par de minimes détails. Nous nous contentons de donner les *moyennes par période* fournies par l'un quelconque de ces sujets.

Cor..., après une période préalable de 3 jours, ingère en 3 jours des doses d'acétate d'ammoniaque représentant un total de 1g,200 d'azote.

Il fournit les résultats suivants :

	Moyennes de 3 jours.	Azote ammoniacal.	Azote uréique.	Azote total.
Première période	»	0g,627	9g,75	10g,61
Deuxième période (correspondant à l'ingestion d'ammoniaque)	»	0,513	11,27	13,38
Troisième période	»	0,697	12,12	»

On voit que, chez l'homme normal, l'azote de l'acétate d'ammoniaque s'élimine en majeure partie à l'état d'urée.

D'autre part, en examinant jour par jour les urines, on constate que l'excrétion d'urée, sous l'influence du médicament, affecte un double caractère : elle est *prolongée* et *discontinue*.

II. *Épileptiques.* — Nous distinguerons les épileptiques bromurés et les épileptiques non bromurés.

a. Épileptiques bromurés. — Mêmes résultats généraux que chez les individus normaux. Un exemple suffira :

Mau..., après 3 jours de mise en observation, ingère en 3 jours 1g,200 d'azote ammoniacal.

	Moyennes de 3 jours.	Azote ammoniacal.	Azote uréique.	Azote total.
Première période	»	0g,620	9g,98	12g,05
Deuxième période (correspondant à l'ingestion d'ammoniaque)	»	0,590	10,18	11,59
Troisième période	»	0,528	10,42	12,69

On voit que l'épileptique bromuré, comme l'homme normal, transforme activement les sels ammoniacaux ingérés. Deux épileptiques bromurés fournissent une élimination azotée calquée sur celle de Mau.... Pas plus que ce dernier, ils n'ont présenté d'attaques à la suite de l'ingestion d'acétate d'ammoniaque à dose pourtant élevée.

b. Épileptiques non bromurés. — Ici encore, les moyennes indiquent une élimination d'urée plus marquée dans la deuxième période. Mais la quantité d'ammoniaque excrétée est bien plus considérable que chez les sujets précédents. Avec Vial..., par exemple, elle s'élève le lendemain à 1g,062 après ingestion de 10g d'acétate d'ammoniaque, alors que l'excrétion de ce corps était avant l'épreuve de 0g,273 en moyenne. De plus, l'élimination affecte le type discontinu que nous avons observé chez l'individu sain. Enfin on voit, consécutivement à l'emploi du sel ammoniacal, le nombre des attaques augmenter très nettement. Chez Bi... même, leur fréquence est telle qu'elle nécessite l'envoi du malade à l'infirmerie.

Il semble donc qu'il y ait un rapport très net entre les attaques et l'introduction d'un sel ammoniacal dans l'économie de l'épileptique.

En résumé, on peut dire que l'ingestion d'acétate d'ammoniaque provoque :

Chez l'épileptique bromuré, une élimination entièrement comparable à celle de l'individu sain sans le moindre retentissement sur les accès;

Chez l'épileptique non bromuré, une élimination surtout très marquée d'ammoniaque coïncidant avec l'apparition d'attaques plus fréquentes.

D'accord avec Guidi, nous dirons donc que les sels ammoniacaux paraissent très nettement provoquer les accès. Pour cet auteur, l'accumulation d'ammoniaque dans l'organisme exagérerait la déviation du métabolisme azoté qui caractérise d'après lui l'épilepsie.

Il conclut, en effet, de ses expériences à l'existence chez les comitiaux d'une insuffisance hépatique vis-à-vis de la fonction uréogénique.

Nous n'entendons infirmer en rien les hypothèses de Guidi. Mais il nous paraît naturel aussi d'admettre que les sels ammoniacaux agissant comme stimulants diffusibles ne font qu'exagérer l'aptitude convulsive de l'épileptique. Et l'on comprend dès lors que chez l'épileptique soumis au traitement bromuré, ce médicament agisse comme antagoniste en contrebalançant l'action de l'acétate d'ammoniaque.

Nous reconnaissons que la fonction uréogénique paraît être troublée chez l'épileptique sans bromure. Mais puisque le trouble disparaît sous l'influence de cet agent, il faut se demander si l'on peut invoquer pour l'expliquer une insuffisance hépatique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La fermentation alcoolique en présence de l'acide sulfureux.* Note de M. **P. Martinand**, transmise par M. Roux.

Si l'on fait une addition d'acide sulfureux à du jus de raisin, cet acide se combine partiellement au sucre; une quantité variable reste libre, c'est cet acide libre seul qui est un obstacle à la fermentation alcoolique. Elle pourra cependant se déclarer au bout d'un temps plus ou moins long, si la dose initiale d'acide sulfureux n'est pas trop élevée.

Certains auteurs attribuent cette fermentation (par analogie avec quelques propriétés connues des saccharomyces) à l'accoutumance des levures à l'acide sulfureux. D'autres rejettent cette idée sans donner d'explication.

Nous avons cherché à élucider cette question par des expériences que nous allons décrire.

Le moût de raisin fut additionné de 200^{mg} d'acide sulfureux par litre et laissé à la température de 25° sans aucun ensemencement de ferments autres que ceux du moût

lui-même. Au bout de 11 jours, le moût commence à fermenter. La teneur en acide sulfureux libre est de 36mg par litre. Une culture sur la gélatine donne des colonies d'un ferment qui seul se trouve dans le moût jusqu'à la disparition de l'acide sulfureux libre. Une fois cet acide disparu, les levures elliptiques apparaissent et prédominent.

Ce microorganisme ne donne pas 2,6 volumes pour 100 d'alcool dans du moût de raisin; il ne fait pas fermenter le maltose, ne donne pas d'ascospores. Il a l'aspect et les propriétés que nous attribuons aux *torula*.

En répétant cette expérience, nous constatons, chaque fois que la fermentation se produit en présence d'une dose notable d'acide sulfureux libre, la présence de ce micro-organisme.

En ajoutant à du moût de vin une dose de 0g,500 d'acide sulfureux par litre et en l'abandonnant à la fermentation spontanée, celle-ci ne se produit pas.

Cette particularité est due à l'acidité du moût plutôt qu'à la présence de cette dose d'acide sulfureux, comme il est démontré ci-dessous.

Dans l'essai suivant, nous avons remplacé le moût de vin par une solution sucrée contenant 180g de sucre de canne à laquelle nous avons ajouté la dose considérable de 5g au lieu de 0g,500 d'acide sulfureux par litre employé dans le précédent essai.

La levure de bière était en pâte et n'avait pas été purifiée.

Au bout de 10 jours il y eut un commencement de fermentation. Immédiatement on dosa l'acide sulfureux et les résultats furent :

	g
Acide sulfureux libre par litre...............	2,43
Acide sulfureux combiné par litre	2,24
Total.....................	4,67

Au bout de 24 heures l'acide sulfureux libre a disparu et l'acide combiné a augmenté : il est de 4g,09 au lieu de 2g,24.

Nous dosons l'aldéhyde et trouvons 1g,14 par litre. Une grande quantité sinon la totalité de l'acide libre s'est combinée à l'aldéhyde; c'est donc en se combinant aux produits aldéhydiques que disparaît dans ce cas l'acide sulfureux libre. Après fermentation complète de tout le sucre nous retrouvons la même quantité d'acide sulfureux combiné.

Le ferment qui produit cette fermentation est, comme dans le premier cas, une *torula*. Ce n'est donc pas la levure de bière qui a produit cette fermentation, mais un microorganisme s'y trouvant fortuitement. Il donne un peu plus d'alcool dans du moût de vin, 5°,2, et dans du moût de malt d'orge, 0°,6; il ne forme pas non plus d'ascospores.

Une expérience de contrôle, faite avec le même moût additionné de la même quantité de levure, d'acide sulfureux et de 2 pour 100 d'alcool, ne donne pas de formation d'aldéhyde et, par suite, pas de fermentation. C'est donc bien le ferment décrit qui seul a produit l'aldéhyde que nous avons constaté.

Le mode d'élimination de l'acide sulfureux libre n'est pas toujours le même. Dans l'expérience suivante, c'est en formant de l'acide sulfurique que l'acide sulfureux s'élimine. Une même solution de 180^g de sucre de canne fut additionnée de 500^{mg} d'acide sulfureux par litre et de 1 pour 100 de levure de bière. Au bout de 15 heures la fermentation se déclare et l'on constate que 194^{mg} d'acide sulfureux libre ont été transformés en acide sulfurique.

Si l'addition des composés sulfureux se fait pendant la fermentation, l'élimination de l'acide libre s'opère en formant de l'acide sulfurique ou en se combinant à l'aldéhyde produit par la levure ou les microorganismes du genre *torula*. Dans un moût en fermentation on a ajouté successivement de l'acide sulfureux jusqu'à 200^{mg}. Le vin, après fermentation, contenait $0^g,520$ d'acide sulfurique par litre, le vin témoin $0^g,350$, d'où gain de $0^g,170$ d'acide sulfurique. L'aldéhyde contenu dans les dépôts était de $0^g,230$ par litre et dans le vin de $0^g,180$ par litre. En pareil cas, l'acide sulfureux libre s'élimine de deux façons, en formant de l'acide sulfurique, ou en se combinant à l'aldéhyde.

Il ressort donc de nos expériences : 1° que la levure ne peut faire fermenter un moût sucré contenant de l'acide sulfureux libre; 2° que la fermentation dans les moûts sulfités fortement est provoquée par des microorganismes différents des *saccharomyces*, caractérisés par leur faible pouvoir fermentatif et par leur incapacité à former des ascospores ; 3° que ces microorganismes, que j'assimile aux *torula*, font disparaître l'acide sulfureux libre et que les levures prolifèrent et prédominent une fois cet acide disparu ; 4° que l'acide sulfureux libre disparaît en formant de l'acide sulfurique ou en se combinant avec les aldéhydes produits par les *torula* au début de la fermentation et par les levures si l'on fait, pendant la fermentation, des additions d'acide sulfureux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la spécificité des oxydases.* Note (1) de M. **J. Wolff**, présentée par M. L. Maquenne.

M. E. Bourquelot vient d'exposer récemment ses idées sur la complexité des actions oxydantes du suc de Russule (2), en laissant entendre qu'il

(1) Présentée dans la séance du 23 août 1909.

(2) *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 1er août 1909.

peut exister d'autres ferments oxydants que la laccase et la tyrosinase dans les macérations de champignons.

Cet exposé m'engage à publier le résultat d'expériences inédites sur le même sujet qui concordent avec cette opinion.

Je rappelle que, dans une Communication antérieure [1], j'ai établi que la macération de Russule peut produire des oxydations qu'on n'obtient pas à l'aide de la laccase de l'arbre à laque. J'ai montré aussi que ces oxydations peuvent être produites par le suc de champignons chauffé un quart d'heure à 65°-70°, ce qui exclut l'intervention de la tyrosinase. Malgré de fortes présomptions en faveur de l'existence d'oxydases spécifiques non encore signalées, je n'étais pas alors suffisamment documenté pour pouvoir me prononcer d'une façon catégorique à ce sujet. J'ai pu m'assurer depuis, par des mesures précises, qu'il s'agit bien là d'actions spécifiques, au moins dans le sens qu'on attache ordinairement à ce terme. J'ai tenu compte dans ces mesures des différences qu'on voit apparaître lorsqu'on modifie la composition du milieu et de ces observations il se dégage, je crois, une notion nouvelle. J'ai déjà montré que le suc de Russule oxyde l'orcine avec une grande facilité et qu'une réaction faiblement alcaline est éminemment favorable à cette oxydation. Ainsi, lorsque sur $0^{g},7$ d'orcine en solution dans 25^{cm^3} d'eau on fait agir 1^{cm^3} de macération glycérinée de Russule, on obtient au bout de 24 heures une absorption d'oxygène égale à 6^{cm^3}, qui s'élève à $12^{cm^3},5$ si à une liqueur semblable on ajoute 2^{cm^3} d'une solution de phosphate disodique ($2^{g},8$ de sel cristallisé pour 100).

Si d'autre part on fait réagir pendant 48 heures, sur la même quantité d'orcine, 1^{cm^3} d'une solution de laccase de l'arbre à laque, on n'observe aucune absorption d'oxygène, alors qu'avec $0^{g},7$ d'hydroquinone et $0^{cm^3},5$ seulement de la même solution de laccase, l'absorption d'oxygène atteint 15^{cm^3}.

Dans une autre expérience où j'ai oxydé l'hydroquinone à l'aide de la macération de Russule, voici quels ont été les résultats après 20 heures de contact :

Hydroquinone.	Volume total de liqueur.	Extrait.	PO^4Na^2H.	O absorbé.
g		cm³	cm³	cm³
0,7	25	0,0	1	4,4
0,7	25	0,5	0	9,7
0,7	25	0,5	1	9

Il est très curieux de constater que le phosphate disodique qui provoque ici à lui tout seul une absorption notable d'oxygène est sans aucun secours dans l'oxydation de l'hydroquinone par l'extrait de Russule. C'est précisé-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 500.

ment le phénomène inverse qui a lieu dans l'oxydation de l'orcine par le même extrait ([1]). Ces caractères différencient donc nettement la laccase de l'oxydase nouvelle à laquelle je propose de donner le nom *d'orcinase* pour me conformer aux règles de la nomenclature adoptée.

Si je borne là mon examen, la spécificité du suc de Russule vis-à-vis de l'orcine m'apparaît comme un phénomène très simple.

La résorcine qui ne s'oxyde pas par la laccase de l'arbre à laque, comme nous l'ont appris déjà les expériences de G. Bertrand, peut au contraire s'oxyder par l'extrait de Russule, mais plus difficilement que l'orcine.

L'addition de phosphate disodique à la résorcine produit, comme pour l'orcine, une absorption plus forte d'oxygène, mais cette action accélératrice est loin de se produire avec la même intensité, comme en fait foi l'expérience suivante, d'une durée de 24 heures :

$0^{g},7$ résorcine dans 25^{cm^3} d'eau + 1^{cm^3} macération.	O absorbé.	Coloration.
	cm³	
Sans addition de PO^4Na^2H	3,2	jaune
Avec addition de 1^{cm^3} de PO^4Na^2H	4,7	intense
» 3^{cm^3} »	6,1	très intense

Des témoins sans macération n'accusent qu'une absorption d'oxygène insignifiante par le phosphate. Nous voyons par ces chiffres que nous sommes loin des absorptions signalées plus haut pour l'orcine.

D'autre part, nous avons déjà vu qu'en faisant réagir 1^{cm^3} d'une solution de laccase de l'arbre à laque sur $0^{g},7$ d'orcine, on n'observe aucune absorption d'oxygène. Si nous répétons la même expérience en modifiant le milieu par l'addition de 1^{cm^3} de phosphate disodique, il se produit une coloration intense de l'orcine, accompagnée d'une absorption de $2^{cm^3},5$ d'oxygène : cette simple addition a fait apparaître une nouvelle spécificité.

Nous pouvons conclure des faits rapportés ci-dessus que :

1° Il faut donner une interprétation plus large à la notion de spécificité;

2° La spécificité peut résulter, comme le montre l'expérience précédente, soit de la présence d'une diastase particulière, ainsi qu'on l'admet habituellement; soit de la superposition d'un certain nombre de facteurs qui exaltent mutuellement leur action.

Cette question sera examinée d'une façon plus précise dans un Mémoire en cours de publication.

([1]) Ici le phosphate seul n'a pas d'action sensible, tandis que si on l'ajoute à l'extrait on double sa puissance.

M. Robert Odier adresse à l'Académie un nouvel *hémodensimètre*. Dans cet appareil le récipient peut être séparé du thermomètre, ce qui facilite l'étude *in vitro* des variations de densité du sérum.

M. Albert Nodon adresse une Note intitulée : *Perturbation dans la charge et dans le magnétisme terrestre*.

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 aout 1909.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; Tome CXLVII, juillet-décembre 1908. Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 vol. in-4°.

Alphonse Peron, Intendant militaire, Correspondant de l'Académie des Sciences, Président de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, 1834-1908. Portrait en phototypie, accompagné de la liste des souscripteurs; in-4°.

Onoranze al Prof. Luigi Cremona. Rome, G. Bertero, 1909; 1 fasc. in-4°.

Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française. Études scientifiques et agronomiques publiées sous le patronage de MM. Edmond Perrier et E. Roume, dirigées par M. Aug. Chevalier; fasc. V. *Première étude sur les bois de la Côte d'Ivoire*, par Aug. Chevalier. Paris, A. Challamel, 1909; 1 vol. in-8°.

Icones Mycologicæ, par Boudier; 5e série, livraison 25. Paris, Paul Klincksieck, 1909; 1 fasc. in-4°.

Les étapes de la Navigation aérienne, la grande semaine aéronautique de la Champagne, 22-29 août. (*La Nature*, Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; 37e année, n° 1891, 31 août 1909.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

L'Édilité technique, Revue scientifique et pratique de l'Art et de la Technique, organe officiel de l'*Union des services municipaux techniques et des Travaux publics*, 2e année, numéro spécial : *Congrès de* 1909. Paris; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société zoologique de France; Tome XXI, année 1908. Paris, 1909; 1 vol. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre, paraissant une fois par mois; Tome LIII. Paris, Henri Charles-Lavauzelle, 1909; 1 vol. in-8°.

La gravitazione universale, di Francesco Mastrodomenico. Naples, 1909; 1 fasc. in-8°.

Am Morgen einer neuen Zeit, von K. Neupert; Auflage 1. Dornbirn, 1909; 1 fasc. in-8°.

Nota sobre a divisão das series, por Pedro José da Cunha. Lisbonne, 1909; 1 fasc. in-8°.

The chance of collision with a comet, iron meteorites and coon butte, by William-H. Pickering. Harvard College Observatory, 1909; 1 fasc. in-8°.

Neue Erklärung des Ursprungs der Kometen, von Dr F. Nölke. Brême, 1909; 1 fasc. in-8°.

Stationary meteoric radians. The size of meteors, by William-H. Pickering. Chicago, 1909; 1 fasc. in-8°.

Spoglio delle osservazioni sismiche dal 1° decembre 1903 al 30 novembre 1906, per D. Raffaello Stiattesi. Florence, 1909; 1 fasc. in-8°.

Observatorium Batavia, Java. Erdbeben bericht april-mai 1909. 6 feuilles dactylographiées, in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 aout 1909.

Bulletin de l'Office international d'Hygiène publique; t. I, n° 7, juillet 1909. Paris, 1 fasc. in-8°.

Bulletin et comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale, 4e série, t. XI, 8e livraison de 1909 : *Table des matières*. Saint-Étienne; 1 fasc. in-8°.

Jahresbericht des Directors des königlichen geodätischen Instituts, für die Zeit von April 1908 *bis April* 1909. Potsdam, 1909; 1 fasc. in-8°.

Neue Erklärung der Entstehung der indischen Eiszeiten, von Dr Fr. Nölke. Brême, 1909; 1 fasc. in-8°.

Note sur les filons de phosphorite de Logrosan, dans la province de Caceres, par Paul Choffat. (Extr. du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontolgie et d'Hydrologie*; t. XXII, 1909 : *Mémoires*.) Bruxelles, Hayez, 1909; 1 fasc. in-8°.

The fauna of the residuary Auburn chert of Lincoln County, Missoury, by E.-B. Branson. (*Oberlin College Laboratory Bulletin*, n° 14.) Oberlin, 1909; 1 fasc. in-8°.

Bibliography of North American Geology for 1906 *and* 1907, *with subject Index*, by F.-B. Weeks and J.-M. Nickles. (*United States geological Survey* : Bulletin 372.) Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

A consideration of the introduction of surgical anæsthesia, by William-H. Welch. Boston, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Las investigaciones modernas sobre la herencia en biologia, por el Dr Angel Gallardo. Buenos-Ayres, 1909; 1 fasc. in-8°.

Memorias de la Real Sociedad Espanola de Historia natural; t. VI. Mem. 1a : *Étude sur les Arachnides recueillis au Maroc par M. Martinez de la Escalera en* 1907, par Eugène Simon. Mem. 2a : *Graptolitos citados en Cataluna*, por M. Faura y Sans. Madrid, 1909; 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 juillet 1909.)

Note de M. *A. Gautier*, Observations sur la nature et l'origine des gaz qui forment les fumerolles volcaniques, etc. :

Page 85, ligne 22, *au lieu de* O. Silvertis, *lisez* O. Silvestri.

Note de MM. *Florence* et *Clément*, L'épreuve de la glucosurie alimentaire chez l'épileptique :

Page 148, 1re ligne de la Communication, *au lieu de* chez les épileptiques en période d'attaques, *lire* chez les épileptiques en dehors des périodes d'attaques.

(Séance du 9 août 1909.)

Note de M. *Gouy*, Phénomènes magnéto-anodiques :

Page 384, ligne 6, *au lieu de* l'angle de zigzag, *lisez* l'angle du zigzag.
Page 385, ligne 3 en remontant, *au lieu de* $5^{mm},1$, *lisez* $1^{mm},5$.

Note de M. *Ch. Lallemand*, Sur les marées de l'écorce et l'élasticité du globe terrestre :

Page 391, ligne 8 en remontant, *au lieu de* $\alpha_m = 55^{cm}$, $\alpha_m = 25^{cm}$, *lisez* $R\alpha_m = 55^{cm}$, $R\alpha_m = 25^{cm}$.
Même page, dernière ligne du bas; *ajoutez* l, latitude du lieu considéré.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 SEPTEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la dépêche suivante :

Lausanne, 6 septembre.

La Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Lausanne, vient de décider à l'unanimité de publier les *Œuvres d'Euler* dans la langue originale. Elle exprime sa vive reconnaissance pour le précieux appui que l'Académie des Sciences veut bien lui accorder dans l'accomplissement de cette grande œuvre.

Au nom du Comité central,
Sarasin.

M. le **Secrétaire perpétuel** rend compte de la *Conférence de l'Association internationale de Sismologie* qui vient de se tenir à Zermatt du 30 août au 3 septembre.

NOMINATIONS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui désigner ceux de ses membres qui devront la représenter au deuxième Congrès international pour la répression des fraudes concernant les denrées alimentaires et les produits pharmaceutiques.

L'Académie désigne :

Dans la Section d'Économie rurale :

MM. **Th. Schlœsing, Müntz, Roux, Maquenne**;

Dans la Section de Chimie :

MM. **A. Gautier**, **Haller**, **Jungfleisch** ;

Dans la Section de Botanique :

MM. **Guignard**, **Prillieux**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Duc d'Orléans. *Croisière océanographique dans la mer du Groënland en 1905. Résultats scientifiques.*

M. **W.-M. Haffkine** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

GÉODÉSIE. — *Sur les marées théoriques du géoïde, dans l'hypothèse d'une absolue rigidité de la Terre* (1). Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

La déviation des verticales, sous l'action de la Lune ou du Soleil, entraîne (2), pour le *géoïde* (3), une légère déformation qui, d'une sphère par exemple, ferait un ellipsoïde de révolution, allongé dans la direction de l'astre et aplati de

$$\alpha = \frac{3}{2}\frac{M}{d^3},$$

M, masse de l'astre rapportée à la Terre; d, sa distance en rayons terrestres.

(1) Cette théorie dérive des mêmes principes que la théorie de Newton sur les marées océaniques.

(2) P. Hatt, *Notions sur le phénomène des marées*, 1885, et Ch. Lallemand, *Sur les marées de l'écorce terrestre* (*Comptes rendus*, 9 août 1909).

(3) Surface de niveau définie par la condition d'embrasser un volume égal à celui du globe.

En coordonnées polaires rapportées au centre, l'équation de l'ellipse génératrice s'écrirait

$$r = a\left(\frac{1-e'^2}{1-e'^2\cos^2 z}\right)^{\frac{1}{2}}, \tag{1}$$

a et b, demi-axes de l'ellipse; e', excentricité; r, rayon vecteur; z, distance zénithale de l'astre S au lieu N.

α étant très petit, on peut négliger les termes de l'ordre de α^2, remplacer e'^2 par 2α et réduire la relation (1) à

$$r = a(1-\alpha\sin^2 z), \tag{2}$$

avec $b = a(1-\alpha)$, quand $z = 90°$.

Si R désigne le rayon constant de la sphère ayant même volume que le géoïde, supposé déformable mais incompressible, on a

$$R^3 = ab^2 = a^3(1-2\alpha),$$

et l'équation (2) s'écrit

$$r = R\left(1-\frac{\alpha}{3}+\alpha\cos^2 z\right). \tag{3}$$

D'autre part, on a vu [1] que

$$\cos z = \sin l \sin D + \cos l \cos D \cos \mathit{AH},$$

l, latitude du lieu N; D, déclinaison de l'astre S; AH, son angle horaire.

L'équation (3), dès lors, peut s'écrire

$$r = R\left(1-\frac{\alpha}{3}+\alpha\sin^2 l\sin^2 D + 0,5\alpha\cos^2 l\cos^2 D\right) + 0,5R\alpha\sin 2l\sin 2D\cos\mathit{AH} + 0,5R\alpha\cos^2 l\cos^2 D\cos 2\mathit{AH}.$$

Le second membre se décompose en trois parties, savoir :

1° Un terme périodique en $2\mathit{AH}$, ou marée *semi-diurne*, d'amplitude

$$m_{sd} = R\alpha\cos^2 l\cos^2 D; \tag{4}$$

2° Un terme périodique dépendant de AH, ou marée *diurne*, d'amplitude

$$m_d = R\alpha\sin 2l\sin 2D; \tag{5}$$

---

(1) CH. LALLEMAND, *Mouvements de la verticale, etc.*, form. (2) (*Comptes rendus*, 23 août 1909).

3° Un terme indépendant de $\mathcal{H}$; on peut l'écrire

$$m_0 = R\left[1 - \frac{\alpha}{3}(1 - 1,5\cos^2 l)(1 - 3\sin^2 D)\right]. \tag{6}$$

Mais α et D varient avec le temps t. On a vu (¹) que

$$\alpha = \alpha_m(1 + 3e\cos nt) \quad \text{et} \quad \sin^2 D = 0,5\sin^2 I(1 - \cos 2nt). \tag{7}$$

α_m, valeur de α répondant à la moyenne distance d_m de l'astre; $R\alpha_m = 0^m,55$ pour la Lune et $0^m,248$ pour le Soleil; $n = \frac{2\pi}{T_1}$; T_1, durée de la révolution de l'astre autour de la Terre ($27^j\frac{1}{2}$ pour la Lune ou $365^j\frac{1}{4}$ pour le Soleil); e, excentricité de l'orbite ($e = \frac{1}{18}$ pour la Lune, $\frac{1}{60}$ pour le Soleil); I, son inclinaison sur l'équateur.

Substituons dans la formule (4). La partie indépendante de t,

$$m_{sd}^0 = R\alpha_m\cos^2 l(1 - 0,5\sin^2 I), \tag{8}$$

représente l'amplitude moyenne de l'onde semi-diurne (²).

Après les mêmes substitutions, l'expression (6) s'écrit

$$m_0^0 = R\left[1 - \frac{\alpha_m}{3}(1 - 1,5\cos^2 l)(1 - 1,5\sin^2 I)\right] - 0,5R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l) \times [1,5e\sin^2 I\cos 3nt + \sin^2 I\cos 2nt + 2e(1 - 0,75\sin^2 I)\cos nt]. \tag{9}$$

Cette valeur de m_0^0 comprend quatre termes :

Le premier est indépendant de t; les autres répondent à trois ondes, ayant respectivement pour périodes $\frac{1}{3}T_1$, $\frac{1}{2}T_1$ et T_1, et pour amplitudes (m_{tm}, m_{sm}, m_m) le double des coefficients de $\cos 3nt$, $\cos 2nt$ et $\cos nt$.

Ces ondes s'évanouissent à la latitude $l_1 = 35°14'$, pour laquelle s'annule le facteur commun $(1 - 1,5\cos^2 l)$. D'autre part, l'onde m_{tm} est négligeable, son amplitude, à l'équateur, n'étant que $\frac{1}{12}$ de celle de l'onde semi-mensuelle, m_{sm}, pour la Lune et $\frac{1}{40}$ de l'onde semi-annuelle pour le Soleil. Il reste

$$\begin{cases} m_{sm} = R\alpha_m\sin^2 I(1 - 1,5\cos^2 l) & (\text{période } \frac{1}{2}T_1), \\ m_m = R\alpha_m 2e(1 - 1,5\sin^2 I)(1 - 1,5\cos^2 l) \ (^3) & (\text{période } T_1). \end{cases} \tag{10}$$

Pour le Soleil, $I = 23°27'$; $\sin^2 I = 0,16$.

(¹) Ch. Lallemand, *Mouvements de la verticale, etc.*, formules (6) et (7).

(²) Pour l'onde diurne, cette moyenne est nulle, car $\Sigma\sin 2D = 0$.

(³) Dans cette expression, $(1 - 1,5\sin^2 I)$ représente la moyenne des deux valeurs extrêmes, $(1 - 0,75\sin^2 I)$ et $(1 - 2,25\sin^2 I)$, obtenues en tenant compte de la révolution du périgée dans l'orbite.

Mais, pour la Lune, I varie avec le temps. On a vu (¹) que

$$\sin^2 I = 0,16 + 0,07 \cos n't - 0,0007 \cos 2n't.$$

Portons cette valeur dans (8) et (10). Comme précédemment, les termes indépendants de t donneront les moyennes respectives, M_{sd}, M_{sm} et M_m, de m_{sd}^0, m_{sm} et m_m qui sont indiquées dans le Tableau final.

De même le premier terme de m_0^0 [formule (9)] s'écrit

$$m_1 = R - 0,253 R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l) + 0,033 R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l)\cos n't$$
$$- 0,00033 R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l)\cos 2n't.$$

Les deux derniers termes représentent, pour la Lune, deux ondes lunaires de précession m_p et m_{sp}, de périodes T_2 et $\frac{1}{2}T_2$, dont la seconde, m_{sp}, d'amplitude cent fois moindre que la première, m_p, est négligeable.

Marées moyennes du géoïde à l'équateur.

Amplitudes totales à la latitude l.	Ondes lunaires.		Ondes solaires.	
$M_{sd} = 0,92\ R\alpha_m \cos^2 l$	semi-diurne....	505 mm	semi-diurne...	228 mm
$M_{sm} = 0,16\ R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l)$	semi-mensuelle.	44	semi-annuelle.	20
$M_m = 1,52 e R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l)$	mensuelle	23	annuelle	3
$m_p = 0,07\ R\alpha_m(1 - 1,5\cos^2 l)$	précessionnelle (18 ans $\frac{2}{3}$) ...	»	»	»

PHYSIQUE. — *Mouvement brownien et constantes moléculaires.* Note de MM. **Jean Perrin** et **Dabrowski**, présentée par M. J. Violle.

Les hypothèses moléculaires font prévoir que des grains identiques, agités par le mouvement brownien, se distribuent en fonction de la hauteur comme un gaz parfait sous l'action de la pesanteur, et vérifient l'équation

$$\log\frac{n_0}{n} = \frac{N}{RT} v(\Delta - \delta) g h,$$

en désignant par n et n_0 les concentrations des grains en deux niveaux de distance h, par v le volume du grain, par $(\Delta - \delta)$ sa densité apparente (excès de sa densité vraie sur la densité du fluide) et par N la constante

(¹) Ch. Lallemand, *Mouvements de la verticale, etc.*, formule (11 *bis*) (*Comptes rendus,* 23 août 1909).

d'Avogadro (nombre de molécules contenues dans une molécule-gramme quelconque).

L'expérience a pu être faite avec des grains sphériques de *gomme-gutte*, qui, en effet, ont vérifié cette équation. Dès lors on a eu là un nouveau moyen, le plus précis peut-être, pour déterminer N et les constantes moléculaires qui en dépendent (masses des atomes, charge de l'électron, etc.). On a ainsi trouvé pour N la valeur $70,5.10^{22}$. En même temps, M. Chaudesaigues voulait bien mesurer à la chambre claire, pour *les mêmes* grains, quelques centaines de déplacements, et constatait que le mouvement brownien satisfait à une autre équation, tirée par Einstein des hypothèses moléculaires, et dont l'exactitude était encore tout à fait en question, savoir :

$$\xi^2 = \tau \frac{RT}{N} \frac{1}{3\pi a \zeta},$$

ξ^2 désignant le carré moyen de la projection, sur un axe Ox, du déplacement subi en un temps τ par un grain de rayon a dans un fluide de viscosité ζ. Les pointés ont donné pour N la valeur 70.10^{22} (et non 64.10^{22}, comme on l'a publié par suite d'une erreur de calcul).

Il était utile de reprendre ces expériences [1], qui donnent aux théories moléculaires une base nouvelle, dans des conditions nettement différentes. Nous avons cherché à changer la nature des grains et, après divers essais, nous avons vu qu'on pouvait opérer sur des grains de *mastic*, obtenus en précipitant par l'eau la solution alcoolique de cette résine, ce qui donne une émulsion blanche formée de grains parfaitement sphériques. Leur densité apparente, égale à 0,063, est *plus de trois fois plus faible* que celle 0,207 des grains de gomme-gutte, ce qui introduit un changement considérable dans les circonstances qui influent sur la répartition des grains.

De la même façon que pour la gomme-gutte, nous avons préparé, par *centrifugation fractionnée*, une émulsion à grains identiques; nous avons déterminé leur rayon, égal à $0^\mu,52$, et nous avons étudié leur répartition dans une cuve mince par un microscope vertical. Les grains étaient assez gros pour donner leur image sur une photographie instantanée de la tranche mise au point.

La répartition exponentielle fut retrouvée. Par exemple, pour quatre tranches se succédant de haut en bas à 6^μ d'intervalle, les nombres de grains

---

(1) JEAN PERRIN et CHAUDESAIGUES, *Comptes rendus*, t. CXLVI et CXLII, 1908; l'ensemble du travail est en cours d'impression dans un autre Recueil.

aperçus furent :

305 530 940 1880

peu différents des suivants, qui sont en progression géométrique :

280 528 995 1880

Pour le calcul de N, nous avons utilisé douze clichés, où se voient au total 7500 grains, et qui donnent pour N la valeur 70.10^{22}, presque identique à la valeur trouvée avec la gomme-gutte.

Nous avons également constaté que le mouvement brownien de ces grains s'accorde avec la formule d'Einstein. Les rayons éclairants, issus d'un bec Auer, étaient filtrés par une cuve pleine d'eau. La préparation était noyée dans l'eau, et l'on observait à immersion, notant avec soin la température. L'un des observateurs faisait à la chambre claire les pointés, au commandement de l'autre, par exemple de 30 en 30 secondes, ou, mieux, de 2 minutes en 2 minutes (les petites erreurs des pointages ayant moins d'importance pour de plus grands déplacements). Quelques centaines de déplacements ont donné pour N la valeur 73.10^{22}.

Réunissant toutes les observations sur le mastic et la gomme-gutte, et attribuant aux diverses séries la même importance, on trouve donc pour $N.10^{-22}$ la valeur 70,25 par l'étude de la répartition des grains, et 71,5 par l'étude des déplacements, soit en moyenne **70,75**. La série la plus complète (gomme-gutte) et probablement la plus sûre avait donné **70,5**. L'écart est insignifiant. La valeur la plus probable de la charge e de l'électron reste donc égale à $\mathbf{4{,}1}.10^{-10}$ unité électrostatique.

Il est à peine utile d'insister sur le complet succès des prévisions de la théorie cinétique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Constantes calorimétriques et cryoscopiques du bromure mercurique*. Note de M. GUINCHANT, présentée par M. Haller.

Les sels fondus constituent un excellent dissolvant pour les composés minéraux et permettent de déterminer facilement leurs poids moléculaires par la cryoscopie dans des cas où toutes les autres méthodes seraient inapplicables. J'ai montré déjà (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1269, et t. CXLV, p. 68) que la formule de van't Hoff et la loi de Raoult s'appliquent à ces corps quelle que soit leur température de fusion, à condition de

prendre pour abaissement moléculaire la limite de $\frac{C}{P}M$ pour une dilution infinie et non, comme on le fait habituellement, une valeur moyenne relative aux concentrations étudiées. Les deux méthodes peuvent conduire à des conclusions opposées, comme je le montrerai dans un Mémoire plus détaillé.

Le bromure mercurique que j'étudie dans cette Note présente une anomalie : la constante cryoscopique déduite de la formule de van't Hoff est notablement plus grande que la constante expérimentale donnée par les *sels* dissous.

Calorimétrie. — Une bouteille de platine contenant 163g,22 de $HgBr^2$ pur était chauffée dans un four à résistance électrique, puis immergée dans un calorimètre. Les expériences ont fourni les valeurs suivantes :

Chaleur spécifique de $HgBr^2$ solide de 0° à 206°.....	$c = 0,052$
Chaleur latente de fusion à 235°....................	$L = 12,8$
Chaleur spécifique de $HgBr^2$ fondu de 247° à 293°...	$c' = 0,068$

Les chaleurs spécifiques trouvées concordent avec les valeurs théoriques déduites de la loi de Westyn.

La chaleur latente de fusion donne pour constante cryoscopique

$$K = \frac{0,02\,T^2}{L} = 403.$$

Cryoscopie. — Le poids de $HgBr^2$ employé dans chaque détermination était voisin de 100g. La dissolution était refroidie dans une enceinte chauffée électriquement, de façon que la vitesse de refroidissement fût toujours la même; la température était lue sur un thermomètre au $\frac{1}{5}$. P désigne le poids du corps dissous dans 100g de dissolvant; K_0 la limite de K pour une dilution infinie.

Naphtaline bibromée β : $C^{10}H^6Br^2 = 286$.

P............	0,548	1,090	1,490	2,546	
K............	372	350	326	285	$K_0 = 407$

Anthraquinone : $C^{14}H^8O^2 = 208$.

P............	0,583	1,41	2,22	
K............	370	344	318	$K_0 = 380$

Bromure mercureux distillé dans le vide en tube scellé : $Hg^2Br^2 = 560$.

P............	0,976	2,136	3,533	
K............	390	410	431	$K_0 = 378$

Cryohydrate pour $P = 4,69$, $t = 231°$; l'augmentation de K correspondrait à l'existence d'une combinaison $Hg^2Br^2, 6HgBr^2$.

Bromure d'antimoine distillé : $St^2Br^3 = 480$.

P............	1,670	4,234	6,8255	8,718	
K............	345	335	334	330	$K_0 = 350$

Bromure d'ammonium distillé : $AzH^4Br = 98$.

P............	0,664	1,26	1,96	1,806	
K............	342	341	345	347	$K = 345$

Bromure de potassium : $KBr = 119$.

P............	0,962	1,149	1,905	2,600	
K............	323	325	323	320	$K = 323$

Bromure d'argent : $AgBr = 188$.

P............	1,141	2,429	4,226	4,891	
K............	272	241	203	200	$K_0 = 320$

Bromure de thallium : $TlBr = 284$.

P............	1,68	3,03	4,097		
K............	285	281	284		$K = 283$

Le bromure de plomb, ainsi que les bromures fondus de Li, Na, Ca, sont insolubles; la plupart des composés organiques noircissent et dégagent de l'acide bromhydrique quand on les dissout dans $HgBr^2$ fondus.

Pour tous les sels étudiés, la constante expérimentale est notablement inférieure à la constante théorique : la moyenne des valeurs trouvées est voisine de 340. Le bromure mercurique se comporte donc vis-à-vis des bromures métalliques comme la benzine vis-à-vis des composés hydroxylés : les corps dissous conservent une association moléculaire partielle d'ailleurs assez faible.

Les mesures précédentes étaient faites en très grande partie quand M. Beckmann a publié [1] quatre déterminations cryoscopiques dans $HgBr^2$: la phénanthraquinone, l'anthraquinone, le bromure mercureux et le chlorure mercurique. Nos mesures communes sont concordantes, toutefois M. Beckmann adopte pour constante $K = 367$ déduite des valeurs *moyennes* fournies par les deux composés organiques entre les concentrations $P = 0,2$ et $P = 0,9$. Les conclusions relatives aux poids moléculaires n'en seraient point changées, mais l'écart avec la constante théorique serait considérable.

(1) E. BECKMANN, *Zeit. f. anorg. Chem.*, t. LV, p. 181.

BOTANIQUE. — *Sur la vie des Champignons en milieux gras.* Note de M. A. **Roussy**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Si l'on excepte les curieuses recherches de M. van Tieghem sur la vie dans l'huile, on s'est assez peu occupé jusqu'ici de la végétation des plantes inférieures et, en particulier, des Champignons sur les milieux où les substances organiques nutritives sont exclusivement des substances grasses.

Ce qui a sans cesse, semble-t-il, découragé *a priori* dans cet ordre de recherches, c'est le fait bien certain que les Champignons ne se développent pas ou se développent très mal sur les huiles ou sur les graisses. Il faut réfléchir pourtant que, si les milieux sucrés constituent pour ces mêmes Champignons un excellent milieu alimentaire, c'est à la condition bien reconnue que le sucre ne soit pas dans une trop forte proportion. La proportion favorable est de 5 pour 100, par exemple, d'après M. Raulin, pour le *Sterigmatocystis nigra*.

Est-ce que, en établissant pour les substances grasses des milieux analogues, c'est-à-dire dans lesquels les huiles ou les graisses seraient de même relativement en faible quantité, on n'obtiendrait pas des résultats satisfaisants? C'est ce que nous avons cherché à reconnaître en expérimentant avec diverses moisissures, notamment le *Rhizopus nigricans;* et nous avons choisi, entre beaucoup d'autres, ce *Rhizopus nigricans,* parce que nous avons eu maintes fois l'occasion de constater que c'est un des Champignons qui apparaissent le plus fréquemment et le plus facilement sur les tourteaux laissés à l'humidité.

Nos expériences ont consisté à ensemencer la Mucorinée dans des boîtes de Petri contenant : les unes, du liquide Raulin gélosé sans saccharose; d'autres, du liquide Raulin saccharosé et gélosé; d'autres, du liquide Raulin gélosé, sans saccharose, mais additionné (à la place du saccharose) d'axonge fraîche et très pure, en diverses proportions.

Nous décrirons plus longuement, dans un prochain Mémoire, comment nous avons réussi à surmonter les difficultés qu'on rencontre, pour mélanger très intimement et de façon bien homogène des quantités plus ou moins grandes d'axonge au liquide Raulin gélosé. Indiquons seulement ici que, lorsque la substance grasse a été, dans la proportion voulue, ajoutée au milieu gélosé chaud et liquide, le tout est rapidement versé, pendant qu'on ne cesse d'agiter, dans des boîtes de Pétri placées au milieu de la glace, dans des caisses en zinc. La solidification, à la basse température où l'on opère ainsi, est si rapide que la graisse n'a pas le temps de se séparer de la gélose.

Toutes ces manipulations sont faites naturellement de façon à éviter toute contamination provenant de l'extérieur. Lorsque la solidification est complète, l'ensemencement est effectué par une légère piqûre au milieu de la gélose. Tous les jours ensuite, pendant 20 jours, toutes les cultures sont observées et nous avons ainsi noté pour chacune : la date d'apparition du mycélium, sa forme, sa couleur, la rapidité d'accroissement, la date d'apparition des sporanges ou des spores, les poids (frais et secs) des cultures, le pouvoir germinatif des spores obtenues.

Le premier fait que nous constatons est le non-développement ou le développement excessivement faible des cultures sur gélose avec liquide Raulin sans sucre. Si donc, dans les cultures sur gélose avec liquide Raulin additionné de graisse, il y a, au contraire, végétation plus ou moins abondante, cette végétation est à attribuer à la substance grasse.

C'est précisément ce qui a lieu lorsque la teneur de la gélose en graisse ne dépasse pas certaines limites minima ou maxima. Au-dessous de 2 pour 100 d'axonge, il n'y a pas, à vrai dire, de développement appréciable du mycélium; il n'y en a plus au-dessus de 30 pour 100. Mais, entre ces deux extrêmes, et tout particulièrement à 6 pour 100, le *Rhizopus* prospère.

A 6 pour 100, son poids sec est égal par exemple à $0^g,05$; sur liquide Raulin avec saccharose, il atteint le même chiffre; par contre il est seulement de $0^g,01$ sur liquide Raulin non saccharosé.

La puissance de végétation dans le milieu gras se traduit d'ailleurs encore non seulement par le nombre, mais aussi par les dimensions des filaments mycéliens, par l'abondance des sporanges, par la grosseur des spores.

Nous avons obtenu, d'autre part, des résultats analogues avec le *Phycomyces nitens* et le *Sterigmatocystis nigra*.

Avec le *Phycomyces nitens* surtout, le développement est vraiment luxuriant; les filaments mycéliens couvrent toute la gélose et s'étendent même au delà, le long des parois de verre des boîtes; les filaments dressés viennent, avec leurs sporanges, toucher le couvercle. Tout l'intérieur des boîtes est ainsi rempli d'un gazon d'un vert métallique; ceci du moins pour une proportion (qui pour l'espèce est l'*optimum*) de 8 pour 100 d'axonge, alors qu'il n'y a presque plus de mycélium lorsque la teneur en substance grasse est inférieure à 2 pour 100 ou supérieure à 40 pour 100.

Avec le *Sterigmatocystis nigra*, le développement a lieu de même entre 2 pour 100 et 40 pour 100, mais est surtout intense à 10 pour 100.

En résumé, pour diverses moisissures, et non seulement pour les moisissures plus ou moins spéciales, comme le *Phycomyces nitens*, mais même pour des espèces banales, comme le *Rhizopus nigricans* et le *Sterigmatocystis*

nigra, les substances grasses peuvent, semble-t-il, à elles seules, être à peu près un aussi bon aliment que les hydrates de carbone, à condition que ces matières grasses soient fournies dans les mêmes conditions que les hydrates de carbone, c'est-à-dire dans des proportions qui doivent être comprises entre certains minima et certains maxima, variables avec les espèces. Les optima (6 à 10 pour 100) avoisineraient, en somme, les optima admis pour les hydrates de carbone.

BOTANIQUE. — *Quelques Ignames sauvages de Madagascar.* Note de MM. **Henri Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. G. Bonnier.

Quelques *Dioscorea* sauvages donnent, à Madagascar, dans l'Ambongo et le Boina, des tubercules qui entrent plus ou moins couramment dans l'alimentation des Sakalaves. Nous allons indiquer rapidement ici les principales de ces espèces, encore inconnues.

Il en est deux tout d'abord, qu'il est facile de confondre, et que, en fait, les indigènes ne distinguent guère, car ils les appellent indifféremment, l'une et l'autre, *bemandry* et *soso*. Les feuilles, à limbe oblong ou ovale lancéolé, sont presque semblables, et d'autant plus difficilement reconnaissables qu'elles sont très polymorphes. Par quelques autres caractères cependant, les deux espèces se séparent nettement. L'une, que nous considérerons comme le vrai *bemandry*, et que nous nommerons *Dioscorea Bemandry*, est à tiges subligneuses, épaisses et épineuses; ses capsules, élargies supérieurement, sont à sommet arrondi; ses graines n'ont, vers le sommet, qu'une petite aile latérale très courte. L'autre espèce, qui sera le *Dioscorea Soso*, est à tiges herbacées et lisses; ses capsules sont à sommet aigu; les graines ont une aile supérieure très longue, plus longue même que la graine proprement dite.

Les deux plantes n'habitent pas, du reste, exactement les mêmes régions: le *Dioscorea Bemandry* est l'espèce des terrains secondaires de la côte et disparaît aux abords du plateau central, là où au contraire, dans le gneiss et le granite, apparaît le *Dioscorea Soso*.

Il y a toujours, par pied, deux tubercules, dont l'un seulement est frais; l'autre, qui est le tubercule de l'année précédente, est flétri. Dans le sol, ces deux tubercules sont rapprochés, sous un angle très aigu, dans le *Dios-*

corea Soso; ils sont au contraire très divergents et deviennent presque horizontaux dans le *Dioscorea Bemandry*.

Le tubercule frais du *Dioscorea Soso,* arrondi au sommet, est aqueux, très tendre et très sucré; celui du *Dioscorea Bemandry*, à sommet aigu, est aussi aqueux, mais son goût sucré est bien moins prononcé. Tous deux, d'un poids de 2^{kg} à 6^{kg}, sont très appréciés des Sakalaves, qui les mangent crus.

On ne pourrait pas consommer de même, sans aucune préparation préalable, le tubercule de *macabiha*. Cette autre espèce, que nous nommerons *Dioscorea Macabiha,* a des feuilles largement ovales, cordées et très acuminées, qui rappellent celles du *Dioscorea sativa;* mais les inflorescences du *macabiha* ne sont pas celles de ce *Dioscorea sativa,* et, dans les fleurs mâles, les étamines sont insérées au voisinage de la gorge (et non vers le fond du tube), les anthères atteignant presque ainsi le sommet des pièces périanthiques. Le tubercule, dont l'analyse a déjà été donnée par M. Bourquelot, est aussi très caractéristique; c'est une énorme masse hémisphérique, pouvant peser 15^{kg} et davantage, et dont la face inférieure est convexe, tandis que la face supérieure est plus ou moins plane avec une excavation d'où part la tige. Celle-ci porte dans sa région basilaire de gros aiguillons aplatis, plus ou moins lobés.

Le tubercule de *macabiha* est très toxique; celui de nous qui fut gravement malade après l'avoir dégusté l'affirme par expérience.

Tous les animaux, porcs, chiens, canards, auxquels on le fait ingérer, meurent; et l'on cite de même chez les Sakalaves des cas d'empoisonnements suivis de mort. Néanmoins ces indigènes le consomment assez souvent, mais après avoir pris les précautions suivantes : ils font macérer la masse pendant 24 heures dans l'eau froide, laissent ensuite sécher au soleil, puis soumettent à une seconde macération d'un jour, suivie d'une nouvelle dessiccation; ils font ensuite bouillir et enfin pressent la pulpe pour en extraire toute l'eau qu'elle contient, et qui vraisemblablement entraîne avec elle le principe nuisible. Après une dernière cuisson, cette pâte est inoffensive, surtout si l'on a pris le soin de supprimer toute la partie du tubercule qui avoisine la base de la tige. Les Sakalaves n'ignorent pas non plus que la plante est particulièrement dangereuse, comme tant d'autres espèces tubéreuses, au moment où le tubercule entre en germination et se couvre de nombreux bourgeons.

Le *Dioscorea Macabiha* croît principalement dans les sols calcaires de l'Ambongo; on le retrouve cependant parfois dans le Boina, près de Marovoay par exemple, où il est appelé *fanganga*.

Sur les terrains basaltiques ou gneissiques, où nous avons vu le *Dioscorea Soso* remplacer le *Dioscorea Bemandry*, le *Dioscorea Macabiha* est de même remplacé par l'*antaly*, qne nous nommerons *Dioscorea Antaly*. Par les feuilles

comme par les fleurs, nous ne saurions d'ailleurs bien distinguer l'*antaly* du *macabiha* ; mais, alors que la tige de ce dernier est épaisse et épineuse (comme celle de *bemandry*), la tige de l'*antaly* est (comme celle du *soso*) herbacée et lisse. Puis les tubercules surtout sont bien différents: ceux d'*antaly* sont de nouveau allongés. Ils sont souvent ramifiés ; et chaque pied en porte un grand nombre, dont l'ensemble peut atteindre au poids de 80^{kg}. Ils ne sont pas vénéneux, mais très amers ; ils ne sont comestibles qu'après avoir été pelés, découpés en tranches, séchés au soleil, mis encore dans l'eau courante pendant une semaine, et desséchés une seconde fois. Ils constituent alors un bon légume, dont le goût rappelle à la fois celui de la châtaigne et de la pomme de terre.

Un autre Igname des sols siliceux, à la lisière des bois, est le *maciba* ou *malita*, que nous nommerons le *Dioscorea Maciba*. Les feuilles sont, comme celles des deux espèces précédentes, cordées et acuminées, mais une des principales caractéristiques est la concrescence des pièces périanthiques sur une longueur assez grande pour que le tube soit bien visible. Chaque pied ne porte que deux tubercules, dont l'un seulement est frais, comme dans le *soso* et le *bemandry*. Ce tubercule, de 1^{m} parfois de longueur et à extrémité obtuse, s'enfonce presque verticalement dans le sol; il peut peser de 5^{kg} à 12^{kg}. Il n'est bon que pendant le repos de la plante, c'est-à-dire de mai à septembre, mais c'est alors une des meilleures Ignames malgaches, que les indigènes mangent cuite en la préparant de diverses manières.

Ils assaisonnent de même, mais en le jugeant meilleur encore, le tubercule de l'*angaroka*, que nous croyons être le *Dioscorea Ovinala* déjà signalé par Baker dans le Betsileo. L'unique tubercule frais, fusiforme, de cette espèce (partiellement caractérisée par sa grande pubescence), s'enfonce verticalement dans la latérite des contreforts du plateau central, et si profondément que les Sakalaves prétendent qu'il cherche ainsi à échapper à la gourmandise des hommes et des sangliers.

MÉDECINE. — *Transmission expérimentale du typhus exanthématique par le pou du corps.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **C. Comte** et **E. Conseil**, transmise par M. Roux.

L'étude des récentes épidémies de typhus exanthématique qui ont sévi dans la Régence, en particulier à Tunis, Metlaoui et Redeyef (Compagnie des phosphates de Gafsa) et aux îles Kerkennah, nous avait amenés à considérer un insecte comme l'agent probable de transmission de la maladie.

Le typhus est, dans l'Afrique mineure, une conséquence de l'encombrement et de la disette; il sévit sur les populations les plus misérables et les moins soucieuses des règles de l'hygiène; il n'est point contagieux dans une maison propre ou dans les salles d'un hôpital bien tenu. Dans ces conditions, seuls les insectes parasites de l'habitation, du vêtement et du corps, poux, puces, punaises pouvaient être suspectés. L'époque ordinaire d'apparition des épidémies de typhus (printemps) rendait insoutenable le rôle des moustiques, des tiques ou des stomoxes.

Plusieurs faits d'observation nous ont amenés à limiter notre hypothèse au pou. A l'hôpital indigène de Tunis, les malades entrants sont lavés et revêtus d'effets propres; aucun cas de contagion intérieure n'y a été observé, notamment lors des épidémies de 1902 et 1906, malgré l'absence d'isolement et la présence de *punaises* nombreuses dans les salles. Les seuls cas de contagion observés l'ont été sur le personnel chargé de recueillir et de désinfecter les effets des entrants. Aux îles Kerkennah, foyer endémique de typhus, les punaises sont rares. Dans le Djerid, où la maladie se montre comme ailleurs, les *puces* manquent. Ces insectes pullulent au contraire dans les galeries des mines de phosphates; ils y attaquent indifféremment Européens et indigènes, et cependant ceux-ci seuls sont atteints de typhus. Enfin deux observations nous sont connues où, après la durée d'incubation ordinaire, le typhus a succédé manifestement à la piqûre d'un *pou*.

Ces remarques étaient présentes à notre esprit lorsque l'un de nous réussit à inoculer le typhus au chimpanzé (1) et, après passage par celui-ci, au bonnet chinois (*Macacus sinicus*). Aussi, dès le début de nos recherches, avons-nous tenté la transmission de la maladie de singe à singe au moyen du *pou du corps*.

Nos expériences ont été ainsi pratiquées : Sur le bonnet chinois I, infecté avec le sang du chimpanzé (2), au 16e jour de l'inoculation et dans les heures qui ont suivi l'apparition de l'éruption, nous avons placé 29 poux recueillis le matin même sur l'homme et conservés à jeun depuis 8 heures.

Le lendemain et les jours suivants, nous les avons reportés sur deux bonnets chinois A et B. Le singe A a été piqué 6 jours consécutifs par 15, puis 12, 13, 8, 6 et 3 poux, et le singe B 12 jours par 14, puis 15, 13, 9, 5, 5, 6, 5, 5, 4, 2 et 1 poux. Chaque jour après la piqûre, les poux étaient mélangés et placés à une température de 16° à 20°.

---

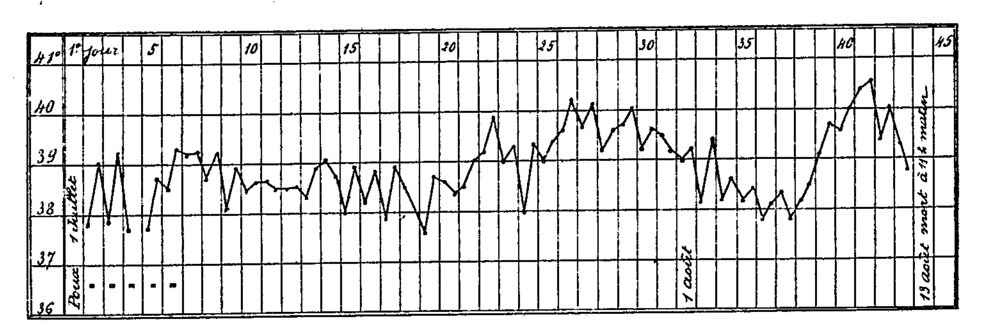
(1) C. Nicolle, *Reproduction expérimentale du typhus exanthématique chez le singe* (*Comptes rendus,* 12 juillet 1909).

(2) *Loc. cit.*, p. 159.

Les deux singes A et B avaient servi antérieurement à des expériences sur le Kala Azar; tous deux étaient guéris au moment de leur inoculation et, fait important, leur température prise deux fois par jour depuis 5 mois (singe A) et 1 an (singe B) n'avait jamais présenté d'élévation thermique.

Singe A (voir la courbe ci-dessous). — Rien à noter jusqu'au 22e jour de l'inoculation. A cette date, élévation de la température à 39°,2 et 39°,9, puis baisse les 23e et

Fig. 1.

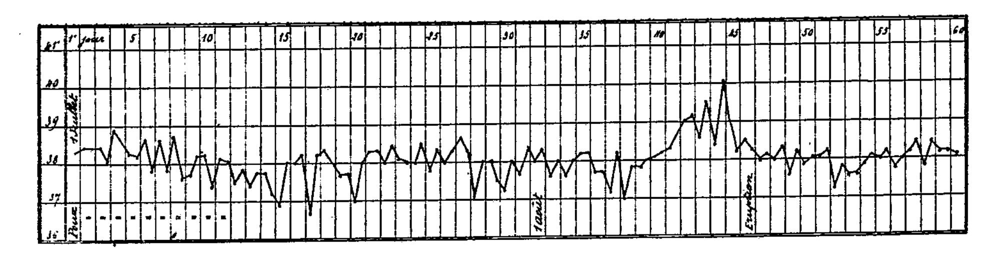


24e jours. La température remonte au 25e jour pour atteindre ou dépasser 40° les 26e, 27e et 29e jours. Défervescence lente du 30e au 34e jour. Au 39e jour, la température remonte; rechute de 5 jours avec courbe thermique classique (maximum 40°,5 le 41e jour). Mort le 44e jour au matin.

État général assez bon jusqu'au 30e jour; à cette date, abattement, l'animal mange moins, il est plus facile à saisir. Pas d'éruption. Agitation extrême lors de la deuxième période fébrile. Coloration violette des lèvres les deux derniers jours. A l'autopsie, aucune lésion, sauf une ulcération du cæcum à surface irrégulière couverte d'un exsudat diphtéroïde. Rate, 8g. Le poids de ce singe a baissé de 1500g à 1300g.

Singe B (voir la courbe ci-dessous). — Rien jusqu'au 40e jour de l'inoculation. Le 41e jour, élévation de température coïncidant avec la seconde poussée fébrile du

Fig. 2.



singe A. Le 44e jour, température de 40°; défervescence à partir du 46e jour et, ce jour même, éruption. Les seuls symptômes observés ont été un peu de faiblesse et un peu moins d'appétit; retour presque immédiat à la santé.

Passages. — Avec le sang de ces deux singes, nous avons inoculé plusieurs bonnets

chinois. Mais, ainsi que nous l'avons remarqué dans toutes nos expériences de passages, la virulence a rapidement baissé.

Sur quatre bonnets chinois inoculés avec le singe A, trois (dont un vacciné par une inoculation antérieure de virus) ont fait une éruption; deux ont eu une élévation thermique avortée.

Deux bonnets inoculés avec le singe B ont présenté une réaction fébrile avortée, sans éruption.

Des recherches hématologiques poursuivies par M. Jæggy ont montré chez deux de ces animaux (les seuls observés à ce point de vue) les mêmes lésions sanguines que chez les singes atteints du typhus le plus net.

Ces expériences montrent qu'il est possible de transmettre le typhus exanthématique du bonnet chinois infecté au bonnet neuf par le moyen du pou du corps (¹). L'application de cette donnée à l'étiologie et à la prophylaxie de la maladie chez l'homme s'impose. Les mesures à opposer au typhus devront avoir pour but la destruction des parasites; elles viseront principalement le corps, le linge, les vêtements et les objets de couchage des malades.

GÉOLOGIE. — *Aperçu sur la structure géologique de la péninsule du cap Bon (Tunisie).* Note de M. **A. Allemand-Martin.**

La péninsule du cap Bon a été peu décrite; les renseignements géologiques donnés jusqu'à ce jour font partie des descriptions générales de la Tunisie et portent principalement sur les rapports de ses montagnes avec les plissements tunisiens et avec les chaînes italiennes. Elle a été plus spécialement parcourue par Le Mesle de 1887 à 1891. M. Aubert en a rappelé un certain nombre de caractères. M. Haug a indiqué, dans plusieurs schémas, la direction des chaînes du cap Bon. M. Baltzer a montré que les plis du cap Bon étaient indépendants de la série des grands plis de la Tunisie. M. Pervinquière a montré également que cette presqu'île n'est pas le prolongement vers le Nord-Est des grandes chaînes tunisiennes principales. Enfin M. Thomas résume, dans son très intéressant Ouvrage (²), les différents travaux publiés sur la Tunisie.

Il nous a été donné, de 1900 à 1906, de faire plusieurs explorations dans cette région, qui est des plus curieuses, en raison de son caractère tourmenté, surtout vers la pointe du cap Bon. Dans ces premières études (³) nous

(¹) Une expérience de transmission du typhus au *Macacus cynomolgus* avec des poux du corps recueillis sur un malade atteint de typhus nous avait donné un résultat négatif.

(²) *Essai d'une description géologique de la Tunisie,* 1906.

(³) *Bull. D. Ag. Tunis,* 1902. — Note A. F. A. S., 1902, Montauban.

nous sommes efforcé, avant tout, de tirer des déductions utiles au point de vue agricole.

Les roches et les fossiles que nous en avons rapportés nous permettent aujourd'hui de donner un aperçu plus géologique de ces régions dont la difficulté d'étude tient autant à la nature mouvementée du terrain et à ses difficultés de parcours qu'à la rareté des fossiles dans certains niveaux. Nous nous bornerons dans cette Note à donner quelques indications très générales, sur l'âge des terrains et sur la structure tectonique du cap Bon. Ce qui frappe avant tout dans l'exploration de cette péninsule ce sont les masses importantes des grès rouges qui constituent les crêtes, atteignant dans le centre 627^m d'altitude. On les rencontre au sommet du Dj. Korbous, sur la côte Nord-Ouest; au Dj. Abd-er-Rahman, dans le centre; au Dj. Abiod formant la pointe la plus avancée du cap; aux îles Zembra et Zembretta; on les retrouve ensuite sur le rivage Sud-Est avec de très faibles altitudes, dans la mer près Kélibia, puis entre Kélibia et El Aouaria, en récifs et sur la plage même en certains points.

La direction générale des plis du cap Bon est facile à observer, grâce à l'orientation de ces crêtes gréseuses qui est en moyenne SO-NE, avec quelques inflexions.

Trois plis anticlinaux constituent essentiellement la structure de la presqu'île :

1° *Anticlinal de Korbous.* — Ce pli dont l'axe est en partie immergé suit à peu près la côte Nord-Ouest de la péninsule et me paraît se prolonger dans l'île Zembra. Les terrains les plus anciens mis au jour par cet anticlinal sont de bas en haut et avec plongement Sud-Est :

A. Marnes noirâtres de l'Éocène inférieur avec gypse, jusqu'ici sans fossiles;

B. Calcaires compactes bleuâtres que j'attribue à l'Éocène moyen.

C. Une masse importante de grès rouges fins à la base, très grossiers en haut, tout à fait semblables aux grès *numidiens;* cette formation gréseuse représente sans doute l'Éocène supérieur et peut-être, en partie, l'Oligocène.

2° *Anticlinal du Centre ou d'Abd-er-Rahman.* — Cet anticlinal est rompu le long de son axe et ne laisse plus apparaître que sa retombée vers le Nord-Ouest, l'aile sud étant affaissée sous les terrains néogènes. A la base de la falaise sud de l'anticlinal, apparaissent en quelques points les marnes noires et bleuâtres de l'Éocène inférieur, avec plongement Nord-Ouest sous les grès. Je n'ai point observé les calcaires de l'Éocène moyen et la crête est constituée par les couches gréseuses numidiennes.

3° *Anticlinal de Kélibia.* — Ce pli, qui ne laisse affleurer que des grès roux numidiens, suit à peu près le rivage Est-Sud-Est de la péninsule mais est en grande partie immergé et ne présente que les quelques affleurements littoraux signalés plus haut,

ou des récifs en face de Kélibia et de Kélibia à El Aouaria. Ils plongent assez régulièrement vers l'Ouest.

Entre ces trois anticlinaux se placent deux synclinaux parallèles occupés par les formations néogènes.

1° *Synclinal du Nord ou de la plaine de Takelia.* — Sur les deux bords de la cuvette affleurent des grès calcaires jaunes puissants à faune burdigalienne : *P. convexior* (Alm. et Bofill), espèce représentative du groupe *Beudanti* dans la région méditerranéenne. Le centre du synclinal est occupé par des grès plus tendres et des calcaires argileux à *O. crassissima* de l'étage helvétien.

2° *Synclinal du Sud ou de la plaine de la Dakla.* — Ce synclinal, compris entre la crête de l'Abd-er-Rahman et le pli littoral de Kélibia, comprend à la fois des terrains miocènes et pliocènes. On retrouve, appliqués contre la falaise de grès éocènes d'Abd-er-Rahman, des grès jaunes burdigaliens plongeant vers le Sud-Est. J'y ai recueilli une faune de Pectinidés : *P. convexior* (Alm. et Bof.) ; *Chlamys præscabriusculus* (Font.); *Flabellipecten* du groupe *flabelliformis* (Broc.), mais de taille plus petite que les formes pliocènes dont il est probablement le type ancestral. L'Helvétien doit exister, mais se trouve masqué par la transgression des terrains pliocènes.

Ceux-ci comprennent :

1° A la base, des marnes bleues ou jaunes argileuses à faune plaisancienne : *P. cristatus* (Broun.) ; *P. latissimus* (Broc.) ; 2° des sables ou des grès jaunâtres, parfois travertineux à la partie supérieure avec Mollusques astiens : *P. Jacobeus* (Lam.); *P. flabelliformis* (Broc.); *P. Varius* (Lin.). On y trouve en outre de très beaux Oursins : *Echinolampas Hoffmanni* (Desor), *Clypeaster ægyptiacus* (Wright).

Je suis disposé à rapporter au Pliocène supérieur des grès très grossiers bleuâtres à *C. vulgatum*, qui affleurent en face de Bou-Arkoub, au sud de la presqu'île.

Enfin les formations quaternaires marines constituent le long du littoral Sud-Est des lambeaux fort étendus d'anciennes terrasses marines où j'ai recueilli près d'Hammamet : *Strombus mediterraneus* accompagné de *Cardium edule; Pectunculus violacescens ; Arca Noë,* etc.

Ces formations sableuses blanches et travertineuses, surtout à la partie supérieure, ne m'ont guère paru dépasser l'altitude d'une douzaine de mètres.

De même à El Aouaria, presque à l'extrémité du cap Bon, des grès grossiers, tendres, à débris de coquilles marines et grains siliceux où ont été creusées d'immenses grottes connues sous le nom de *latomies*, appartiennent au Quaternaire marin.

Il paraît résulter de ces données que le Quaternaire marin du cap Bon représente seulement le niveau des plages de 15^{m} de la région de Monastir.

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 septembre 1909.

Croisière océanographique accomplie dans la mer du Groenland, en 1905, *par le* Duc d'Orléans. Bruxelles, 1907; 1 vol. in-4°.

Memorias de la Real Sociedad Española de Historia natural : Étude sur les Arachnides recueillis au Maroc. Madrid, 1909; 1 fasc. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, t. XXXVIII, dispensa 8. Catania, 1909; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Université impériale de Kharkow. Kharkow, 1909; 1 fasc. in-8°.

Annuario da Universidade de Coimbra. Anno lectivo de 1908-1909. Coimbra, 1909; 1 vol. in-8°.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society, 1908-1909, t. LIII, part 3. Manchester, 1909; 1 fasc. in-8°.

A critical summary of Troost's unpublished manuscript on the crinoids of Tennessee. Bulletin n° 64. Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

Underground Waters of Southern Maine; n° 223. Washington, 1909; 1 vol. in-8°.

Ground Waters of the India region, California; n° 225. Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

Schnette recording compass. Manitowac, Wisconsin, U. S. A.; 1 broch. in-12.

Universidad national de La Plata. Album. La Plata, 1909; 1 album in-8°.

Importacion y exportacion de la Republica mexicana año de 1906. Mexico, 1909; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 juillet 1909.)

Note de M. *Jean Becquerel*, Sur l'existence, dans la décomposition magnétique, etc. :

Page 201, ligne 25, *au lieu de* 34000 gauss; *lisez* 34900 gauss.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 SEPTEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. H. **Deslandres** communique le télégramme suivant qu'il a reçu cette semaine de M. *P. Lowell*, directeur de l'Observatoire de Flagstaff (États-Unis) :

Les mesures de Véry faites à l'Observatoire montrent la présence de l'oxygène libre dans l'atmosphère de Mars. La bande B de l'oxygène est notablement plus forte dans le spectre de Mars que dans celui de la Lune.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Mouvements de l'atmosphère solaire supérieure au-dessus et autour des facules. Tourbillons cellulaires du Soleil.* Note de M. H. **Deslandres**.

La Note actuelle est la suite d'une Note récente, présentée le 19 juillet dernier (*Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 179) et consacrée aussi aux mouvements de l'atmosphère solaire supérieure, que nous révèle la petite raie noire K_3. Les mouvements sont étudiés avec un grand spectro-enregistreur des vitesses radiales, automatique, récemment organisé à Meudon, et par une méthode sur laquelle il convient de donner de nouveaux détails.

L'appareil, dont les dimensions sont indiquées dans la Note précédente, juxtapose les spectres de nombreuses sections, parallèles et équidistantes, faites par une première fente fine sur le disque entier de l'astre; il donne la vitesse radiale de la vapeur solaire en un point quelconque de chaque section. A cet effet, le spectre est limité par une seconde fente (large en

général de 1^{mm}) aux raies K_2 et K_3 et à leurs alentours immédiats, et l'on mesure sous le microscope la distance de la raie K_3 au bord fixe de la fente. On a eu soin d'ailleurs d'ajouter sur l'épreuve, au commencement et à la fin de la pose, un spectre de comparaison qui est un spectre solaire plus étendu, comprenant des raies noires de la couche renversante, ou, mieux, un spectre terrestre qui est celui de l'arc électrique entre charbons et comprend la raie K_3 brillante. On peut ainsi, en chaque point, par l'intermédiaire du bord fixe de la fente, rapporter la raie K_3 à une raie terrestre, et avoir la vitesse radiale absolue de la vapeur correspondante.

Mais la mesure absolue de la vitesse comporte plusieurs corrections assez délicates, et, dans le présent travail, on s'est contenté le plus souvent des vitesses radiales relatives, plus faciles à obtenir, le but principal étant d'ailleurs de comparer les vitesses radiales de points voisins de l'astre. Cette étude devient en effet très longue et pénible dès qu'on la poursuit sur des régions étendues de l'astre. Car les sections sont très rapprochées, et il convient de faire en moyenne une mesure par millimètre de section. Si l'on relève le Soleil entier, qui, sur l'épreuve ordinaire, a un diamètre de 140^{mm} et donc 140 sections, la longueur totale des sections atteint 18^{m}, et le nombre des pointés s'élève à 36 000.

Un travail aussi considérable dépasse les forces de l'Observatoire; il ne peut être entrepris que par un bureau spécial de mesures, analogue à celui de la Carte du Ciel. Aussi, malgré l'intérêt que présente l'étude du Soleil entier, à cause du lien évident de toutes ses parties, j'ai dû me limiter à des portions restreintes de l'astre, choisies, il est vrai, parmi les plus saillantes.

Dans la Note du 19 juillet, j'ai exposé les résultats obtenus sur les filaments, qui sont les éléments caractéristiques récemment reconnus dans la couche supérieure K_3. La Note actuelle résume une étude analogue faite sur les plages brillantes de la même couche, appelées *plages faculaires,* parce qu'elles correspondent aux facules de la surface.

Ces plages faculaires sont opposées aux filaments en ce sens qu'elles sont brillantes par rapport au fond, alors que les filaments sont noirs. Or la même opposition se retrouve encore dans leurs mouvements, qui sont de sens contraire comme les éclats. Sur le filament, les vapeurs K_3 ont un mouvement d'ascension par rapport aux parties voisines (voir la Note de juillet); mais, sur la plage faculaire, on constate un mouvement relatif de descente. Tel est le fait principal de la Note actuelle, fait intéressant qui complète le premier et ouvre, comme on le verra plus loin, un jour nouveau sur la constitution de l'atmosphère solaire.

Les facules, ainsi que les filaments, n'ont été étudiées seulement qu'au centre du Soleil ou sur le méridien central dans le voisinage du centre, de manière que les déplacements observés sur K_3 ne soient imputables qu'aux mouvements verticaux de la vapeur.

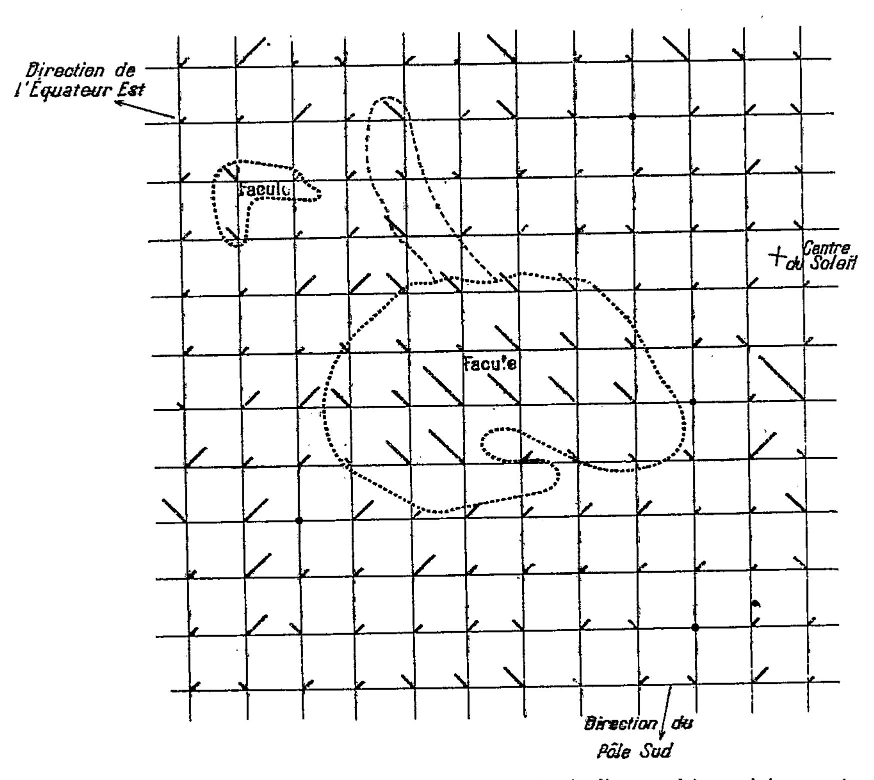


Fig. 1. — Mouvements radiaux de la couche supérieure K_3 de l'atmosphère solaire au-dessus et autour d'une facule, relevés sur une épreuve de vitesse radiale du 4 juin 1909, à $9^h 25^m$. Diamètre de l'épreuve originale 140^{mm}.

La figure ci-dessus résume les mesures relatives faites avec l'aide de Burson, astronome assistant, sur une petite facule du 4 juin 1909, et sur son entourage. Elle représente la partie étudiée du Soleil, agrandie dix fois. Le contour de la facule est grossièrement indiqué par un trait pointillé, et le trait discontinu plus faible correspond à un simple flocculus. Les sommets du quadrillage sont les points dont le déplacement spectral a été mesuré et est représenté de la façon suivante : de chaque point part une droite dirigée suivant l'une des deux diagonales qui s'y rencontrent; les diagonales tracées à gauche du point correspondent à une descente de la vapeur, et celles tracées à droite à une ascension. De plus, la grandeur du

trait en diagonale est proportionnelle à la vitesse radiale qui est de $3^{km},6$ par seconde pour une longueur égale à la diagonale entière du petit carré. Comme les déplacements relevés sont seulement relatifs, on a admis que le déplacement zéro correspond à la moyenne de tous les déplacements mesurés.

L'inspection de la figure montre à première vue des différences systématiques. Sur la facule, dans la grande majorité des cas, les déplacements sont positifs et révèlent une vitesse relative d'éloignement ou de descente. Sur les points du voisinage, le sens de la vitesse correspond au contraire à un rapprochement de la Terre ou à une ascension dans le Soleil. Ce fait expérimental a été reconnu déjà sur une dizaine de facules et s'annonce comme général.

Cette répartition caractéristique des vitesses radiales dans les plages faculaires, opposée à celle reconnue déjà dans les filaments, est un phénomène nouveau, d'une importance évidente. Le résultat est encore incomplet cependant; car il reste à mesurer les déplacements et les vitesses radiales en valeur absolue, et par rapport au centre du Soleil (1). Cette lacune sera comblée prochainement.

Un autre point nouveau et curieux est la grandeur de la vitesse radiale qui parfois dépasse la vitesse linéaire équatoriale de rotation, soit 2^{km} par seconde. Les mouvements verticaux et aussi évidemment ceux inclinés sur la verticale sont très notables dans le Soleil. Ils doivent influer sur la rotation des divers parallèles, et c'est à eux qu'on peut rapporter les écarts dans les mesures de la vitesse de rotation, faites sur un même parallèle.

Je me suis proposé aussi de relever sur les mêmes épreuves les déplacements de la raie double K_2, afin de comparer les mouvements des deux couches superposées K_2 et K_3. Mais les mesures sur K_2 sont difficiles et peu précises, surtout en dehors des facules. Au contraire, avec K_3 qui est toujours relativement fine et nette, l'étude peut être poursuivie aisément sur le disque entier; et, dans la recherche précédente, j'ai porté mon attention non seulement sur les plages faculaires proprement dites, mais sur les petits flocculi ordinaires, qui leur ressemblent en ce sens qu'ils ont aussi une partie brillante avec un entourage relativement noir. Or, sur les

(1) Ce qui importe en effet, c'est de mettre en relief les mouvements qui ont lieu dans le Soleil lui-même. D'ailleurs, les déplacements spectraux, une fois déterminés en valeur absolue, peuvent être attribués, au moins pour une petite part, non à la vitesse radiale, mais à la pression de la vapeur.

quelques cas examinés, la distribution des vitesses a été en général aussi la même, c'est-à-dire avec une prédominance marquée des vitesses de descente sur les parties brillantes. Comme les vérifications sont encore peu nombreuses, cette propriété des flocculi est présentée seulement comme très probable.

En résumé, les vapeurs qui s'élèvent, et qui en s'élevant se détendent et se refroidissent, correspondent aux parties sombres des images, parties plus ou moins larges suivant les cas ([1]); les vapeurs qui s'abaissent sont au contraire comprimées et sont plus lumineuses. Tous ces faits sont favorables au rapprochement établi dans ma dernière Note entre les mouvements internes des couches supérieures et les tourbillons cellulaires de convection dans les liquides. Je donne ici au mot *tourbillon* un sens plus large que celui adopté par les Traités élémentaires de Météorologie, admis par Hale pour ses tourbillons solaires, et aussi par moi dans mes Notes de 1908 ; je lui donne un sens plus général, plus conforme aux résultats théoriques d'Helmholtz et aux faits réels.

Le plus souvent le tourbillon est présenté simplement comme un mouvement de rotation autour d'un axe plus ou moins vertical, accompagné d'un rapprochement ou d'un éloignement de cet axe ; et l'on cite comme exemples et séparément le cyclone et l'anticyclone terrestres. L'observateur, qui ne voit qu'une partie restreinte de notre atmosphère, est frappé surtout par la rotation de l'air dans les cyclones, rotation qui devient dangereuse lorsque, accidentellement, sa force vive est concentrée sur un petit espace. Mais, lorsqu'on examine le phénomène dans son ensemble, la rotation apparaît comme accessoire ; elle est simplement d'ailleurs une conséquence de la rotation de la Terre ; et, dans le Soleil qui tourne plus lentement, elle doit avoir une importance encore moindre. Aussi ai-je été étonné par l'annonce que Hale a faite en 1908 de tourbillons permanents à axe vertical dans les taches ; ces tourbillons, révélés par les images de l'hydrogène, auraient même de grandes vitesses capables de donner naissance à un champ magnétique intense, par le mouvement des ions entraînés. Certes, la reconnaissance d'un champ magnétique dans les taches est une très grande découverte ; mais, si le champ intense constaté est déterminé par un cyclone, il

---

([1]) Parmi les parties sombres on a distingué les filaments minces à bords tranchés et les plages larges à limites indécises. Pour les premiers l'ascension se fait dans une région limitée et pour les seconds sur un espace plus large; telle est, semble-t-il, la seule cause des différences.

doit être accidentel, de même que les tornades dans notre atmosphère [1]. D'ailleurs les images nombreuses de l'hydrogène, faites à Meudon cette année avec l'aide de d'Azambuja et qui sont plus pures que les images américaines, ne montrent pas en général les caractères du cyclone défini ci-dessus ; les détails de ces images autour des taches donnent seulement l'impression d'un liquide mobile près d'un trou.

En fait, dans l'atmosphère terrestre, le phénomène principal est constitué par l'union du cyclone et de l'anticyclone, et surtout par les deux mouvements horizontaux et les deux mouvements verticaux qui sont de sens contraires. Ces quatre mouvements sont inséparables et forment le courant normal de convection que la nature emploie partout pour égaliser les températures. L'ensemble de ces courants réunis autour d'un point plus ou moins central forme le tourbillon complet, qualifié souvent de cellulaire parce que tous les tourbillons d'une masse fluide y sont juxtaposés comme les cellules d'une ruche.

Les tourbillons cellulaires ont été étudiés dans les liquides par Benard, dont le beau travail fournit une base d'appui fort utile, à mon avis, dans l'étude des atmosphères [2]. Ces mêmes tourbillons se retrouvent très probablement aussi dans le Soleil, d'après la présente étude qui décèle les deux mouvements verticaux de sens opposé.

Chaque plage faculaire et chaque flocculus forment avec leur entourage plus sombre une cellule tourbillon, et, de plus, les petites cellules juxtaposées sont groupées dans des cellules plus grandes que jalonnent les filaments et alignements. Cette division de la masse en grandes et petites cellules a été aussi observée par Benard dans les liquides très volatils tels que l'éther (voir *Revue générale des Sciences*, t. XI, 1900, p. 1328). La figure 28 du Mémoire montre des détails qui rappellent absolument ceux des couches atmosphériques solaires. De plus, les flocculi, comme je l'ai indiqué en 1899, ont quelquefois des formes polygonales comparables à celles des cratères lunaires. En 1908, j'ai noté que les filaments sont souvent parallèles à de

---

[1] Les raies K_2 et K_3 ont parfois autour des taches, comme je l'ai annoncé en 1894 et 1905, des inflexions qui annoncent un mouvement giratoire analogue à celui de nos dépressions, mais qui ont en général une courte durée. La même remarque s'applique aux girations à axe horizontal reconnues en 1908 dans les filaments.

[2] Les atmosphères solaire et terrestre et le liquide ont en effet ce point commun d'être chauffés par le bas. D'autre part, une grande différence tient aux courants entre l'équateur et les pôles, courants particulièrement forts avec la Terre qui a des inégalités de température et une rotation rapide.

grandes directions. Or ces directions font entre elles un angle voisin de 120°, et même en formant parfois un polygone fermé ([1]). Tous ces faits annoncent une tendance vers la forme hexagonale des cellules tourbillons dans les liquides.

L'utilité des spectro-enregistreurs des vitesses ressort nettement de cette étude; elle avait déjà été signalée en 1891 et 1893 comme au moins égale à celle des spectro-héliographes. La reconnaissance des mouvements est plus nécessaire que celle des formes exactes dans la recherche de la vraie nature du phénomène ([2]). J'ai dû seulement attendre, pour l'organiser sérieusement, d'être mis à la tête d'un Observatoire.

Finalement, je remarque qu'il a été peu question des taches dans cette Note; c'est que la tache est seulement un point spécial de la facule qui l'entoure, qui la précède et lui survit. Il convenait d'abord d'étudier la facule elle-même et son entourage. Les mouvements constatés au-dessus et autour de la facule, et évidemment variables, doivent jouer un rôle dans la formation de la tache et des protubérances voisines. Il sera intéressant de suivre avec l'enregistreur les phases successives d'une facule avec tache.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'étude des températures de la mer.* Note de M. A. BOUQUET DE LA GRYE.

Tous les météorologistes connaissent l'influence de la température du Gulf-Stream sur les climats des pays qu'il vient baigner et d'une façon générale l'importance climatérique des mers sur lesquelles a passé le vent avant d'arriver à nos côtes.

Comme la vitesse des courants marins n'est pas grande (ce sont des courants de masse), leur influence se fait sentir successivement et par longues périodes.

M. Hildebrandson, dans un Mémoire très remarquable, inséré dans les *Comptes rendus*, a montré que la température de la mer au Cap Nord avait une action successive sur celles qui baignent les terres du cercle polaire arctique et de l'océan Atlantique Nord, et sa conclusion est qu'*il faut chercher la cause des différents types de saisons dans l'état thermique de la mer polaire*. M. Peterson qu'il cite *a prouvé qu'une variation de* 2° *ou* 3° *dans la*

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 1222, et t. CXLVII, 1908, p. 337.

([2]) Je rappelle que les enregistreurs relèvent, outre les vitesses radiales, les formes générales de la vapeur.

surface de la mer suffit pour amener des variations très considérables dans la température de l'air sur une vaste étendue.

Dans ces conditions qui laissent entrevoir la possibilité de prédictions à longue échéance, n'y a-t-il pas lieu de publier un Bulletin spécial ou d'ajouter quelques données au *Bulletin* du Service météorologique? Celui-ci donne tous les jours, pour des centaines de stations, l'état de l'atmosphère à 7^h du matin, ce qui rend de grands services à la marine et aux agriculteurs (les coups de vent sont annoncés en plus par des cônes hissés sur nos côtes). Mais, à côté de ces prédictions, celles à longue échéance qui nous amènent cette année un été exceptionnel ne seraient pas moins utiles, et l'on doit remarquer que cette température anomale coïncide avec de grandes chaleurs à New-York.

Si la connaissance de l'état thermométrique de la mer est utile, il n'a pas besoin d'être transmis par le télégraphe électrique ni d'être pris tous les jours dans de nombreuses stations. Les variations de cet ordre sont lentes et il suffirait d'avoir des données exactes tous les 8 jours ou même tous les 15 jours.

Comme les vents régnant sur nos côtes sont compris entre le Nord et l'Ouest-Sud-Ouest, on pourrait se borner à publier les données recueillies en Norvège, en Islande, aux Feroé, à Valentia, à Terre-Neuve, aux Açores et sur un ou deux points avancés de nos côtes.

On les compléterait avec celles contenues dans les journaux de bord des navires arrivant au Havre.

Ces documents faciliteraient la compréhension de ce qui nous arrive, mais par surcroît fourniraient une indication utile à nos pêcheurs aussi bien à Terre-Neuve que sur nos côtes; l'apparition et l'abondance des poissons de diverses sortes étant liées, d'après les travaux des physiologistes, à la température de la mer.

J'ai parlé de l'extension du *Bulletin météorologique* au savant directeur du Bureau central. Il m'a promis de faire tout ce qui lui serait possible pour la réaliser.

PATHOLOGIE. — *Sur le pouvoir trypanolytique du sang de quelques Vertébrés à sang froid à l'égard de* Trypanosoma Evansi *Steel.* Note de MM. **A. Laveran** et **A. Pettit.**

Au cours des recherches que nous poursuivons sur la réceptivité des Vertébrés à sang froid pour certains trypanosomes des Mammifères [1], nous

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXLIX, 1909, p. 329.

avons été frappés par les différences que présentent, à ce point de vue spécial, les divers types zoologiques expérimentés par nous.

Nous procédons comme il suit : du sang de cobaye, de rat ou de souris riche en *T. Evansi* Steel, additionné ou non d'eau citratée, est injecté dans la cavité péritonéale de l'animal en expérience ; au moyen de ponctions de la cavité péritonéale, on suit au microscope l'évolution des trypanosomes injectés; d'autre part, au moyen de prises de lymphe et de sang faites à intervalles variables, on recherche les moments d'apparition et de disparition des trypanosomes dans ces milieux (examens microscopiques directs; au besoin, injections au rat ou à la souris).

De tous les animaux expérimentés par nous, c'est *Tropidonotus natrix* Gesner qui présente la plus grande réceptivité pour *T. Evansi*. Injecté dans la cavité péritonéale, ce trypanosome y persiste longtemps sans modification apparente; par l'intermédiaire des vaisseaux lymphatiques, il passe dans le sang où l'on peut le déceler jusqu'à 6 jours après l'inoculation.

Dans un second groupe, se rangent les Vertébrés à sang froid chez lesquels le passage des *T. Evansi* dans le sang est peu abondant et la persistance surtout peu prolongée (*Rana temporaria, Coluber cœlopeltis, Lacerta viridis* (1), *Clemmys leprosa, Testudo mauritanica*).

Enfin, un troisième groupe est constitué par les animaux chez lesquels nous n'avons pas observé de *T. Evansi* dans le sang après inoculation intra-péritonéale (*Triton vulgaris, R. esculenta, Cyprinus carpio, Anguilla vulgaris*) (2).

En présence de réceptivités aussi variables (3) pour des types zoologiques en général peu éloignés, parfois même très voisins (*Rana esculenta* et *Rana temporaria*), il importait de rechercher la cause de ces différences.

Il convenait, tout d'abord, d'examiner le rôle de la phagocytose dans ce processus de défense : M. Massaglia, que nous chargions de ce soin, arrivait bientôt à des résultats négatifs (4).

---

(1) Il est difficile d'assigner une place précise au lézard vert, car, suivant les individus les trypanosomes injectés dans la cavité péritonéale passent ou ne passent pas dans le sang. Cet exemple met bien en évidence l'influence des conditions individuelles.

(2) L'inoculation à une souris de $0^{cm^3},7$ de sang d'écrevisse, ayant reçu 24 heures auparavant du sang riche en Surra, permet d'infecter ce Rongeur par *T. Evansi*.

(3) Notons qu'il s'agit de phénomènes variables, non seulement suivant les espèces zoologiques, mais même suivant les individus.

(4) *Comptes rendus*, 13 septembre 1909, voir plus loin, p. 516.

De notre côté, nous nous sommes attachés à examiner l'action sur *T. Evansi* du sang des Vertébrés du troisième groupe.

L'anguille a attiré notre attention en raison de son état réfractaire vis-à-vis du trypanosome en question, en raison aussi de commodités purement matérielles (¹). Comme il a été déjà indiqué, les trypanosomes injectés dans la cavité péritonéale de l'anguille ne passent pas dans le sang et même ils disparaissent très rapidement de cette cavité sans laisser de traces; d'autre part, l'anguille est le seul animal, parmi les animaux expérimentés, susceptible de fournir une certaine quantité de sérum.

Nous avons d'abord recherché si l'état réfractaire de l'anguille n'était pas en rapport avec des propriétés spéciales du sang. A cet effet, nous plaçons dans une cellule artificielle, en goutte pendante dans du sérum d'anguille, des *Trypanosoma Evansi;* dans ces conditions, les mouvements des trypanosomes ne tardent pas à se ralentir ou même ils cessent complètement; le cytoplasma devient granuleux, puis se dissout; il y a, en un mot, trypanolyse rapide.

Cette constatation nous a amenés à examiner comparativement le sang des autres Vertébrés à sang froid sus-indiqués. Afin d'avoir une base d'appréciation, nous avons procédé de la façon suivante : à 10^{vol} de sérum on ajoute 1^{vol} de sang de cobaye, de rat ou de souris riche en Surra, additionné d'eau citratée; au moyen de l'hématimètre on dénombre les trypanosomes contenus dans le sérum et l'on renouvelle cette opération au bout de 4, 6, ..., heures.

Il nous paraît inutile de reproduire ici les chiffres obtenus; nous nous bornerons à indiquer que, d'une façon générale, le pouvoir trypanolytique atteint son maximum chez les animaux dont le sang ne présente pas de trypanosomes consécutivement à une inoculation intrapéritonéale.

A ce point de vue, le cas de *Rana temporaria* et de *Rana esculenta* est intéressant. Ce sont là, on l'a vu, deux types de Batraciens qui, en dépit de leurs affinités zoologiques, réagissent de façon tout à fait différente vis-à-vis de *T. Evansi :* alors que l'injection intrapéritonéale de Surra est suivie, chez *R. temporaria,* de l'apparition de trypanosomes dans le sang, ceux-ci ne pénètrent jamais, chez *R. esculenta,* dans le torrent circulatoire. Or, le pouvoir trypanolytique du sang de la grenouille verte est sensiblement plus élevé que celui de la grenouille rousse. Cette condition paraît expliquer le degré variable de réceptivité des deux espèces de grenouilles.

A l'appui de cette interprétation on peut, en outre, faire valoir les expériences suivantes :

Une grenouille verte (*R. esculenta*) A est saignée à blanc (²) et on lui transfuse le sang d'une grenouille rousse (*R. temporaria*) B; on pratique ensuite une injection intrapéritonéale de Surra; 25 minutes après on observe des trypanosomes dans le sang. Une seconde inoculation intrapéritonéale de trypanosomes est suivie, le lendemain, du passage de quelques trypanosomes dans le sang. La grenouille rousse B est

(¹) Le triton vulgaire paraît également réfractaire, mais la difficulté de se procurer une quantité appréciable de sérum rend cet animal peu propre à de telles recherches.

(²) Il est évident qu'une quantité notable de sang ne peut être évacuée.

traitée comme A, dont le sang lui est transfusé; les *T. Evansi* n'apparaissent dans le sang qu'au bout de 1 heure 24 minutes. L'inoculation intrapéritonéale de Surra est renouvelée sur le même animal 5 jours après; les trypanosomes font alors leur apparition dans le sang plus rapidement (27 minutes) et en plus grande quantité que la première fois; ils persistent également plus longtemps dans le sang.

Nous croyons pouvoir conclure que le sang de certains Vertébrés inférieurs contient des substances trypanolytiques assez actives. A première vue, la présence de ces dernières paraît être en rapport avec la toxicité du sérum; il est à noter, à ce point de vue, que le chauffage du sérum d'anguille à 58°, pendant 15 minutes, supprime le pouvoir trypanolytique en même temps que la toxicité pour les Mammifères. Mais certains faits ne permettent pas d'admettre une interprétation aussi simple. Comme on l'a vu, les pouvoirs trypanolytiques des sangs de *R. esculenta* et de *R. temporaria* sont très inégaux, et cependant leur toxicité ne paraît pas différer sensiblement.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Annals of the royal botanic garden, Calcutta*. Vol. XI : *Asiatic palms. — Lepidocaryeæ*. Part I : *The species of Calamus*, by Dr Odoardo Beccari. Texte et Atlas. (Transmis par M. le Consul général de France à Calcutta, par l'intermédiaire de M. le Ministre des Affaires étrangères.)

2° *Syllöge floræ congolanæ* (*Phanerogamæ*), par Théophile Durand et Hélène Durand. (Transmis par M. le Ministre des Colonies de Belgique.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Sophus Lie*. Note (1) de M. N. Saltykow, transmise par M. Appell.

La résolution du problème de S. Lie (2) a réalisé, depuis les travaux de l'illustre Jacobi, le progrès le plus considérable dans la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre. Or S. Lie a trop compliqué

(1) Transmise dans la séance du 6 septembre 1909.
(2) S. Lie, *Math. Ann.*, Bd. VIII, p. 273; Bd. XI, p. 464.

la résolution de son problème, en le faisant dépendre de la théorie des groupes fonctionnels, étrangère au problème lui-même. J'ai donné deux solutions élémentaires du problème en question [1]. Dernièrement M. Stekloff vient de simplifier l'exposition de S. Lie [2]. Je vais présenter, dans les lignes suivantes, une nouvelle solution du même problème dont la simplicité ne laisse plus rien à désirer, en présentant un corollaire immédiat de la théorie des caractéristiques.

En revenant aux notations de ma Note du 24 août 1903, considérons le système normal de q équations

$$(1)\qquad \begin{cases} f_k(x_1, x_2, \ldots, x_n, p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0 \\ (k = 1, 2, \ldots, q), \end{cases}$$

le déterminant fonctionnel

$$(2)\qquad D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots, f_q}{p_1, p_2, \ldots, p_q}\right)$$

étant différent de zéro. Supposons que, par le procédé indiqué dans ma Note mentionnée, on obtienne le système linéaire

$$[f_i, f] = 0, \qquad B_r[f] = 0 \quad (^3)$$
$$(i = 1, 2, \ldots, q, q+1, \ldots, m;\ r = 1, 2, \ldots, n-m-\rho)$$

admettant $n - \rho$ intégrales distinctes

$$(3)\qquad f_1, \quad f_2, \quad \ldots, \quad f_q, \quad f_{q+1}, \quad \ldots, \quad f_m, \quad f_{m+1}, \quad \ldots, \quad f_{n+\rho}, \quad z - f_{n+\rho+1},$$

dont les m premières sont en involution. Il est aisé de démontrer que l'intégration du système (1) s'achève par des opérations d'éliminations algébriques. En effet, égalant à zéro les q premières fonctions (3) et toutes les autres à des constantes arbitraires $b_1, b_2, \ldots, b_{n-q+\rho}, b$, supposons qu'on en tire

$$(4)\qquad \begin{cases} z = \varphi\,(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-q+\rho}) + b, \\ x_{n-\rho+i} = \varphi_i\,(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-q+\rho}), \\ p_s = \psi_s\,(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}, b_1, b_2, \ldots, b_{n-q+\rho}), \\ (i = 1, 2, \ldots, \rho;\ s = 1, 2, \ldots, n), \end{cases}$$

---

(1) *Comptes rendus*, 24 août 1903; *Recherches sur la théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre d'une fonction inconnue*, Chap. VIII (extrait des *Communications de la Société mathématique de Kharkow*, 1905); *Journal de C. Jordan*, 6e série, t. I, 1905, p. 72.

(2) *Comptes rendus*, 22 février 1909.

(3) Les crochets rectilignes représentent les parenthèses de Weiler, la fonction f dépendant encore de la variable z.

le déterminant fonctionnel

$$D\left(\frac{\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_\rho, \psi_{q+1}, \psi_{q+2}, \ldots, \psi_n}{b_1, b_2, \ldots, b_\rho, b_{\rho+1}, \ldots, b_{n-q+\rho}}\right)$$

ne s'annulant pas.

Les équations (4) représentent l'intégrale particulière des caractéristiques du système en involution suivant :

$$(5)\quad \begin{cases} f_k = 0, \quad f_{q+j} = b_j, \quad \Phi_r = C_r \\ (k = 1, 2, \ldots, q;\ j = 1, 2, \ldots, m-q;\ r = 1, 2, \ldots, n-m-\rho_1), \end{cases}$$

Φ_r désignant les *fonctions distinguées* du groupe formé par les $n+\rho$ premières fonctions (3) et les C_r étant des constantes qui s'expriment en fonction de toutes les constantes $b_1, b_2, \ldots, b_{n-q+\rho}$. Or il n'est pas nécessaire de connaître les valeurs explicites de ces dernières quantités, qui ne jouent qu'un rôle auxiliaire dans la théorie considérée.

Cela étant, on obtient l'intégrale complète du système (5), en éliminant des équations (4) ρ constantes arbitraires telles que les valeurs résultantes de z et des p_s satisfassent aux conditions

$$p_s = \frac{\partial z}{\partial x_s} \qquad (s = 1, 2, \ldots, n).$$

Cette élimination s'opère par les règles de la théorie des caractéristiques; il suffit pour cela d'introduire, par exemple, au lieu des constantes arbitraires, les valeurs initiales des variables. Il va de soi-même que cette intégrale, renfermant $n-q+1$ constantes arbitraires, représente en même temps l'intégrale complète requise du système (1).

Dans ma Note antérieure sur le problème de S. Lie, j'ai intégré les équations données (1) en cherchant le système complet des intégrales des équations linéaires

$$(6)\qquad (f_k, f) = 0 \qquad (k = 1, 2, \ldots, q).$$

Or, à présent, l'intégrale complète du système (1) étant connue, on forme aisément, rien que par différentiation, toutes les intégrales du système (6) moyennant le théorème de Jacobi étendu sur les systèmes d'équations partielles que j'ai énoncé en 1899 [1]. Ensuite on verrait aisément que les intégrales obtenues de cette dernière manière sont identiques à celles que j'ai

---

(1) *Comptes rendus*, 24 juillet 1899; *Recherches sur la théorie, etc.*, p. 172.

données antérieurement et que M. Stekloff vient de retrouver dans sa dernière Note.

Nous sommes parti de l'hypothèse que le déterminant (2) était distinct de zéro et que l'intégrale particulière des caractéristiques avait la forme (4). Or, si les équations (1) n'étaient pas distinctes par rapport à toutes les variables p_s, ou bien si l'intégrale particulière des caractéristiques n'était pas présentée sous la forme résolue par rapport aux p_s, on n'aurait qu'à appliquer la *méthode de perfectionnement* exposée dans ma Note précédente [1] pour achever l'intégration du système (1).

MÉCANIQUE. — *Formules pratiques pour le calcul des hélices aériennes.* Note de M. **Drzewiecki**, transmise par M. Maurice Levy.

Dans un travail récent [2] j'ai indiqué la manière de calculer une hélice aérienne à *ailes normales*. J'avais donné ce nom à l'aile dont l'angle d'attaque était constant et optimum ($\alpha = 2°$ environ), dont le rayon extrême R équivalait à 5 modules, le rayon du moyeu r, à un demi-module, et la largeur spécifique constante L était égale au sixième de la longueur,

$$L = \frac{R - r}{6};$$

le module $\mathfrak{M}$ s'exprimait par la relation

$$\mathfrak{M} = \frac{V}{2\pi N},$$

V étant la vitesse d'avancement en mètres à la seconde, et N le nombre de tours à la seconde. Dans ces conditions, les divers éléments dynamiques de l'hélice étaient reliés par l'*équation de compatibilité*

$$a = \frac{QFN^2}{V^3},$$

où a exprimait le nombre d'ailes nécessaire pour absorber la puissance du moteur F (en chevaux-vapeur), en avançant à la vitesse V et tournant au

(1) *Sur le perfectionnement de la théorie des équations partielles du premier ordre* (*Comptes rendus*, 30 août 1909).

(2) *Des Hélices aériennes*, Paris, 1909, Librairie Vivien, éditeur.

nombre de tours N. Pour

$$R = 5\,\mathfrak{M},$$

le coefficient

$$Q = 5000.$$

Dans les conditions actuelles de fonctionnement des hélices d'aéroplanes, la limitation du rayon extrême des ailes à 5 modules est complètement insuffisante, et il y a lieu d'étendre l'appellation d'*ailes normales* à des ailes dont le rayon extrême variera de 5 modules à 12 modules. Il est bien entendu que toutes les autres conditions qui déterminaient l'aile *normale* à 5 modules, telles qu'incidence optima constante $\alpha = 2^\circ$, rayon du moyen $r = 0{,}5\,\mathfrak{M}$, largeur spécifique constante $L = \frac{R-r}{6}$, s'appliqueront à toutes les ailes *normales* dont les rayons auront n modules, n pouvant varier entre les limites de 5 à 12.

J'ai calculé pour ces nouvelles conditions les valeurs des coefficients Q, correspondant aux valeurs croissantes de n, depuis $n = 5$ jusqu'à $n = 12$; j'ai trouvé une série de chiffres qui peuvent très approximativement s'exprimer par la relation simple

$$Q = \frac{5\,000\,000}{n^{4,3}}.$$

Ceci permet d'établir l'*équation de compatibilité générale* entre les limites pratiques de 5 à 12 modules et d'en déduire toutes les autres relations qui relient les divers éléments de l'hélice, en fonction les uns des autres.

On trouve ainsi

$$a = \frac{5\,000\,000\,F\,N^2}{n^{4,3}\,V^5};$$

d'où l'on déduit,

$$n = 36{,}14\sqrt[4,3]{\frac{FN^2}{aV^5}}, \qquad N = \sqrt{\frac{a\,V^5\,n^{4,3}}{5\,000\,000\,F}},$$

$$V = 21{,}87\sqrt[5]{\frac{FN^2}{an^{4,3}}} \qquad \text{et} \qquad F = \frac{a\,V^5\,n^{4,3}}{5\,000\,000\,N^2},$$

et comme

$$R = n\,\mathfrak{M} = n\,\frac{V}{2\pi N},$$

on a

$$R = 5{,}754\sqrt[4,3]{\frac{F}{a\,V^{0,7}\,N^{2,3}}};$$

de plus,

$$r = 0{,}5\,\mathfrak{M}, \qquad L = \frac{R-r}{6},$$

et $\alpha = 2^\circ$, constant.

Pour obtenir l'aile à angle d'attaque constant, le meilleur moyen est de construire l'aile à pas constant, égal à l'avance par tour,

$$H = A = \frac{V}{N};$$

puis, en fixant l'aile au moyeu, de la décaler, dans le sens de l'augmentation du pas, de l'angle $\alpha = 2^\circ$; dans ces conditions, l'angle d'attaque de toute la surface de l'aile sera l'angle optimum, à la condition que l'hélice tourne au nombre de tours N et avance à la vitesse V.

A mesure de l'augmentation du nombre n de modules, déterminant la longueur du rayon R de l'aile, le rendement de cette aile décroît. La variation du coefficient de rendement K, entre les limites $n = 5$ et $n = 12$ peut s'exprimer très approximativement par la relation linéaire

$$K = 0,915 - n \times 0,026;$$

pour $n = 5$, $K = 0,78$ et pour $n = 12$, $K = 0,60$.

Les équations ci-dessus permettront aux constructeurs d'établir, facilement et sans tâtonnements, des hélices aériennes *normales*, d'un rendement déterminé et cela dans toutes les conditions dynamiques du problème.

Les résultats pratiques obtenus avec des hélices ainsi calculées serviront à déterminer d'une façon plus rigoureuse la valeur exacte du facteur numérique approché 5000000 et des facteurs qui en dérivent.

PHYSICO-CHIMIE. — *Rôle magnétique de l'oxygène dans les composés organiques.* Note de M. P. PASCAL, présentée par M. D. Gernez.

J'ai montré récemment [1] que les éléments diamagnétiques conservaient dans les composés organiques leur susceptibilité atomique, de telle sorte qu'on pouvait calculer la susceptibilité moléculaire du corps $A^\alpha B^\beta C^\lambda \ldots$ par la formule

$$S_M = \sum \alpha S_A + \lambda.$$

S_A étant la susceptibilité atomique de A, λ un nombre égal à $+57.10^{-7}$ s'il y a une liaison éthylénique, à -15.10^{-7} pour un noyau benzénique, nul enfin pour un composé saturé [2].

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIX, n° 5, p. 342.

(2) La règle précédente s'étend au soufre qui garde sa susceptibilité : -156.10^{-7}.

L'introduction dans la molécule d'un corps magnétique comme l'oxygène n'atteint pas les propriétés des autres éléments, mais l'oxygène perd en général son caractère magnétique, fait que j'ai déjà signalé dans l'étude qualitative des sels minéraux. La part contributive de l'oxygène à la susceptibilité moléculaire dépend du mode de saturation de ses valences et de la structure de la molécule dans son voisinage.

I. *Influence des liaisons de l'oxygène.* — L'oxygène relié à deux atomes différents est diamagnétique en combinaison; sa susceptibilité atomique est égale à -50.10^{-7}.

L'oxygène doublement lié à un atome de carbone est paramagnétique quand il n'y a pas d'autre atome d'oxygène fixé sur ce carbone; sa susceptibilité atomique est égale à $+20.10^{-7}$.

S'il y a un deuxième atome d'oxygène simplement lié au même carbone, l'oxygène doublement lié est diamagnétique, et sa susceptibilité atomique égale à -35.10^{-7}.

C'est ce qui résulte de l'étude des corps suivants :

Alcools méthylique, éthylique, butylique, isoamylique, octylique; glycol, glycérine, dichlorhydrines.

Formiates, acétates, propionates, butyrates, valérates, oxalates, malonates, succinates, sébates, lactates, citrates; chloroacétates, chloromalonates, bromoacétates, iodoacétates de méthyle, éthyle et isoamyle.

Acides de la série acétique.

Aldéhydes acétique, propionique, butyrique, amylique, œnanthylique.

Acétone, méthyléthyl, méthylpropyl, méthylbutyl, méthylhexylcétones.

Anhydride acétique, chlorure d'acétyle, de butyryle, chloracétone, etc.

II. *Influence de la structure.* — La structure de la molécule se fait sentir de deux façons : d'abord, s'il y a lieu, par la nature du carbone du groupement fonctionnel oxygéné; enfin par la nature des atomes de carbone voisins :

1° Tout atome de carbone figurant dans un groupement oxygéné, et qui a trois valences saturées par du carbone, ajoute -10.10^{-7} à la susceptibilité moléculaire, comme le montrent les diméthyléthylcarbinol, triméthylcarbinol, phénol.

2° Une influence analogue résulte de la structure des radicaux reliés directement au carbone de la fonction oxygénée, ou à l'oxygène dans les éthers-oxydes. Seuls interviennent ici les atomes de carbone en position α par rapport au groupement fonctionnel, ainsi que les atomes en position γ, δ, ε; comme si ces derniers étaient effectivement aussi rapprochés de l'oxygène que l'atome en position α. C'est là un résultat d'accord avec les idées qui servent de base à la théorie stéréochimique des tensions.

Le rôle de ces atomes de carbone est alors le suivant :

Tout atome qui a trois valences saturées par du carbone apporte encore -10.10^{-7} à la susceptibilité moléculaire; tout atome qui n'est relié qu'à du carbone apporte -15.10^{-7}.

C'est ce que donnent les corps suivants :

Alcools isobutylique, benzylique; méthylbutylcétone tertiaire, méthylhepténone; acide oléique; chlorure de benzoyle; benzoates et salicylates de méthyle et éthyle; anisol, phénétol, safrol.

Cette influence du carbone semble se faire sentir aussi dans les fonctions azotées. On obtient de meilleures concordances en prenant pour susceptibilité de l'azote -58.10^{-7}, sauf quand l'atome de carbone qui lui est lié n'est saturé que par du carbone, auquel cas on doit prendre pour l'azote -50.10^{-7}.

En combinant toutes les règles énoncées plus haut, on peut arriver à calculer, avec une erreur inférieure à $\frac{1}{100}$, la susceptibilité d'un corps de constitution connue, et inversement trouver la constitution d'un corps nouveau par une méthode dont la simplicité et la précision égalent souvent celles de recherches réfractométriques.

Pour n'en citer qu'un exemple, relatif aux β-dicétones et aux acides β-cétoniques, j'indiquerai les résultats suivants, retrouvés magnétiquement. L'acétylacétate d'éthyle récent est presque tout entier énolisé; à la longue, au contact d'une trace de pyridine, il se cétonise. L'acétylacétone est presque entièrement sous forme de glycol diéthylénique. Enfin on peut voir l'influence des groupes négatifs de la molécule sur la prédominance de la forme énolique, influence opposée à celle des groupements positifs. On trouve en effet pour susceptibilités moléculaires, au facteur -10^{-7} près :

		Calculé.	
	Observé.	Énol.	Cétone.
Acétylacétate d'éthyle récent	781	788	745
Acétylacétate d'éthyle ancien	754	788	745
Acétylacétone	585	592,5	516,5
Benzoylacétylacétate d'éthyle	1200	1201,5	1148,5
Méthylacétylacétate d'éthyle	886	921,5	888,5
Éthylacétylacétate d'éthyle	1014	1045	1012
Isobutylacétylacétate d'éthyle	1263	1292	1259
Méthylacétylacétone	676	693	660

Cette méthode d'analyse peut encore rendre des services dans l'étude de la constitution des oxyazoïques, des amidoazoïques, des oximes; dans la recherche de la place d'une liaison multiple, etc.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage du phosphore dans les corps combustibles par la bombe calorimétrique*. Note de M. **P. Lemoult**, présentée par M. A. Jungfleisch.

L'oxydation complète et extrêmement rapide que les corps combustibles subissent dans une atmosphère d'oxygène comprimé permet à la bombe calorimétrique, qui réalise si aisément de telles combustions, de rendre de grands services en Chimie analytique. M. Berthelot a depuis longtemps indiqué le principe des méthodes à employer et ses élèves en ont fixé les détails, par exemple pour les composés sulfurés et pour les composés halogénés (Berthelot et Matignon, *Traité pratique de calorimétrie chimique*, p. 165; Valeur, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXI, p. 470).

J'ai eu, ces années dernières, l'occasion d'analyser des composés organiques phosphorés et de constater combien la méthode de Carius, satisfaisante à beaucoup d'égards, est laborieuse, lente, parfois même dangereuse et quelquefois inapplicable, comme par exemple dans le cas des gaz; la méthode de M. Bay (*Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 814) ne résout pas entièrement la question, et je me suis adressé à la bombe calorimétrique.

En principe, l'opération est extrêmement simple : M. Giran a pu, sans signaler de difficultés spéciales, brûler les diverses variétés de phosphore dans la bombe (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXX, année 1904, p. 214); de même j'ai pu brûler aisément le phosphure d'hydrogène PH^3 et, en comparant le poids d'acide phosphorique formé au poids de gaz introduit, constater l'accord très satisfaisant de ces deux données au point de vue analytique (*Comptes rendus*, t. CXLV, année 1907, p. 374).

Quand le corps à brûler contient du carbone, il se présente une complication assez inattendue qui exige des précautions spéciales; le combustible, supposé solide, est mis, comme d'habitude, en pastilles qu'on dépose sur la petite cupule de platine; après la combustion, on trouve cette cupule ou bien percée de trous assez grands, ou bien rendue cassante ou friable, sans que cependant les parois de la bombe soient attaquées; en traitant la cupule par l'acide nitrique chaud, celui-ci se charge d'acide orthophosphorique en quantité notable; une partie du phosphore, en dépit de l'excès d'oxygène, a donc échappé à l'oxydation ou bien, ayant été d'abord oxydé, a subi, de la part du charbon, une réduction qui l'a ramené à l'état métalloïdique sous lequel il se combine aisément au platine. Les autres métaux ne sont pas à l'abri de l'attaque par le phosphore et doivent être rejetés

d'autant plus que, quand la capsule se perce par fusion du phosphore formé, des fragments de la pastille tombent au fond de la bombe et ne brûlent pas complètement.

Les capsules en porcelaine, en verre et même en quartz sont invariablement cassées au cours de la combustion et entraînent dans leur chute une partie du corps à brûler; on remédie à cet inconvénient en les garnissant extérieurement d'un mince fil de platine en forme de croix dont les extrémités se fixent sur leur rebord intérieur, en le dépassant à peine; cette armature n'évite pas la rupture des capsules; mais celles-ci, fendillées, se maintiennent en place et la combustion a, dès lors, lieu complètement et régulièrement. Cependant, on trouve toujours sur les parois intérieures des capsules quelques légères taches noires de faible surface, d'un poids qui correspond à environ 5^{mg} de phosphore, mises en contact avec de l'azotate de potassium fondu, ces taches s'y dissolvent; et, en reprenant par l'eau le sel solidifié par refroidissement, on a une liqueur contenant de l'acide phosphorique; il y a donc encore eu attaque de la capsule par le phosphore; mais elle est très légère. Ni le verre ni le quartz ne présentant à cet égard d'avantages sur la porcelaine, on emploie ces dernières capsules; dès qu'on a eu la précaution de les garnir intérieurement d'une couche d'azotate de potassium fondu, le phosphore est détruit par ce sel avant d'atteindre la porcelaine, et la combustion est alors intégrale sans formation accessoire d'enduit noir; au point de vue analytique, l'opération est entièrement satisfaisante.

Le phosphore, transformé en $P^{2}O^{5}$, se dissout dans l'eau qui garnit le fond de la bombe en donnant les diverses variétés d'acides phosphoriques; cette eau et les liqueurs obtenues en lavant la bombe sont réunies; puis, après transformation de ces acides en acide orthophosphorique, le dosage se termine comme d'ordinaire par la méthode au sel ammoniaco-magnésien.

Les déterminations ont été faites surtout avec la triphénylphosphine dont la pureté avait été éprouvée préalablement par la méthode de Carius. P pour 100, trouvé: 11,42 et 11,51. P pour 100, calculé d'après $P(C^{6}H^{5})^{3}$: 11,83. Dans une opération faite avec 1^{g},056 de triphénylphosphine, les eaux de lavage ont fourni 0^{g},4106 de $P^{2}O^{7}Mg^{2}$, ce qui correspond à 10,85 pour 100 de phosphore, alors que les taches ont fourni 0^{g},029 de $P^{2}O^{7}Mg^{2}$, ce qui donne au total 0^{g},4396 de $P^{2}O^{7}Mg^{2}$ et par suite 11,62 pour 100 de phosphore.

Dans une deuxième opération sur 0^{g},4277 de triphénylphosphine, le premier appoint de $P^{2}O^{7}Mg^{2}$ a été de 0^{g},156 et l'appoint total de 0^{g},1774, ce qui correspond aux teneurs 10,18 et 11,57, dont la dernière seule doit être retenue.

Enfin, dans une opération sur 1^{g},1103 de $P(C^{6}H^{5})^{3}$ avec capsule en porcelaine garnie d'une couche d'azotate, les eaux de lavage ont fourni 0 ,4726 de $P^{2}O^{7}Mg^{2}$ sans appoint résiduel, ce qui donne P pour 100: 11,88.

Avec d'autres composés phosphorés, j'ai obtenu des résultats analogues :

	Trouvé (bombe).	Calculé.	Trouvé (Carius).
Triéthylphosphine.........	26,0	26,27	25,92
Phosphite d'aniline........	17,75 et 17,63	17,71	17,85
$O = P(Az^4C^6H^5)^3$.........	9,42 et 9,79	9,59	9,37
$O = P(AzHC^6H^4CH^3)^3$....	8,41	8,49	8,22

On peut donc, en toute sécurité, employer la bombe calorimétrique pour la combustion des corps phosphorés en vue du dosage du phosphore contenu, à condition d'éviter l'emploi des capsules en métal et de les remplacer par des capsules de porcelaine consolidées et à condition de les garnir intérieurement d'azotate fondu ou de récupérer le phosphore qui se dépose sur les capsules non garnies ; l'opération est, malgré ces précautions, extrêmement rapide et elle est toujours exempte de dangers.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *La loi d'évanouissement des traces mnémoniques en fonction du temps chez la Limnée.* Note de M. **Henri Piéron**, transmise par M. Dastre.

Les phénomènes typiques de sensibilité différentielle, au sens que Jacques Lœb a donné à ce terme, se montrent très nettement susceptibles d'adaptation : une Annélide sédentaire qui se rétracte dans son tube, un Gastéropode qui ramène sa coquille, lorsqu'une ombre subite provoque une diminution d'éclairement, cessent de réagir au bout de quelques excitations, sans que la fatigue puisse être invoquée, car les réactions persistent à tout autre excitant.

Cette adaptation par suppression de la réaction implique une persistance des influences antérieures qu'on peut convenir d'appeler *une trace mnémonique*. Comment se comportent ces traces mnémoniques, dans leur diminution progressive, en fonction du temps ? C'est ce que j'ai tenté d'établir chez la Limnée (*Limnœa stagnalis* L.) par une méthode inspirée de la méthode dite *d'économie* employée par Ebbinghaus pour l'étude de la mémoire humaine, et qui consiste à déterminer le nombre d'excitations nécessaire pour engendrer l'état d'adaptation dans une première expérience, puis dans une seconde, entreprise après un intervalle variable, l'économie des excitations nécessaires, la deuxième fois, mesurant l'intensité de la persistance mnémonique.

Dans ce but, chaque Limnée sur laquelle étaient faites les expériences était conservée dans un petit cristallisoir placé dans une boîte à parois noircies, ouverte seulement

sur un côté. Une source de lumière sensiblement constante (lampe à incandescence par l'alcool dans une pièce obscure) était placée devant l'ouverture de la boîte à distance invariable, et les obscurations provoquant la réaction dite *de sensibilité différentielle* étaient obtenues par la chute, d'une hauteur constante, d'un écran noirci passant entre l'ouverture de la boîte et la source lumineuse.

Il était procédé chaque fois à 15 obscurations successives à intervalles fixes de 10 secondes, et l'on notait après combien d'obscurations la réaction d'adduction de la coquille était abolie, ce nombre s'étant montré, chez un même sujet, fort peu variable (sur 22 expériences effectuées chez l'un d'eux, l'adaptation fut atteinte 16 fois après la onzième excitation, 4 fois après la dixième, 1 fois après la neuvième et 1 fois après la septième). Puis, après un intervalle variable, on recommençait les excitations jusqu'à obtenir à nouveau la suppression adaptative de la réaction.

Les expériences, pour un même sujet, furent faites à peu près à la même heure, tous les soirs, et aucune persistance efficace ne se manifesta d'un jour à l'autre, l'évanouissement des traces mnémoniques paraissant total au bout de 24 heures. Chez un individu, 20 déterminations purent être faites aux intervalles de 20^s, 30^s, 40^s, 1^m, 2^m, 5^m, 10^m, 20^m, 40^m, 60^m et 120^m. Des déterminations moins nombreuses furent faites chez d'autres individus.

L'économie était déterminée par rapport au nombre initial d'excitations nécessaires pour l'adaptation; elle se trouvait généralement exprimée en onzièmes, par conséquent; mais les rapports ont été ramenés au pourcentage; seulement il faut remarquer que la grandeur des fractions empêche de faire utilement des déterminations très rapprochées, qui donneraient une courbe en escalier, avec plateau jusqu'à chute d'un onzième, nouveau plateau, nouvelle chute et ainsi de suite.

Voici les résultats numériques obtenus chez l'individu A, le plus complètement étudié. Le nombre des déterminations ayant servi à établir le chiffre caractéristique de chaque intervalle est indiqué entre parenthèses; en outre se trouvent placés à côté quelques résultats obtenus chez un autre individu B :

	Économie.	
Intervalles.	A pour 100.	B pour 100.
20 secondes	90,90 (2)	83,33 (1)
30 »	81,81 (1)	
40 »	72,72 (2)	
1 minute	71,38 (3)	71,43 (1)
2 »	59,85 (2)	66,66 (1)
5 »	49,96 (3)	
10 »	42,74 (2)	46,15 (1)
20 »	36,36 (1)	33,33 (1)
60 »	18,18 (1)	
120 »	10,00 (1)	

Les résultats ayant le plus de valeur sont naturellement ceux qui résultent de plusieurs déterminations; les données fournies par l'individu B sont par conséquent de faible poids. Pourtant il existe une concordance remarquable, et, malgré le peu de

jeu des variations dans la fraction mesurant l'économie, les différentes valeurs s'ordonnent suivant une courbe assez régulière. On a affaire à une courbe logarithmique qui peut être représentée par la formule

$$m = \frac{K}{t^{\alpha}(\log t)^{e}},$$

où m représente l'économie ou trace mnémonique, t le temps, α, K et e des constantes.

L'absence de réaction au bout de 10 secondes donne 100 d'économie et permet d'établir une relation simple pour le calcul des constantes; on a en effet

$$\log K - \log m = \alpha \log t + e \log(\log t).$$

Or, dans ce cas,

$$\log m = 2, \qquad \log t = 1 \qquad \text{et} \qquad \log(\log t) = 0;$$

d'où l'on tire

$$\log K - 2 = \alpha.$$

En utilisant d'autre part deux des premiers résultats pour $t = 30^s$ et $t = 120^s$, on tire les valeurs suivantes pour les constantes :

$$\alpha = 0,357, \qquad e = -0,43 \qquad \text{et} \qquad K = 228.$$

On a dès lors

$$m = \frac{228(\log t)^{0,43}}{t^{0,357}}.$$

Les valeurs calculées d'après cette formule concordent de façon très approchée avec les valeurs réelles. On a, pour $t = 60^s$, environ 72 à la fois par le calcul et par l'expérience; pour $t = 300^s$, environ 48 et 50; pour $t = 600^s$, environ 41 et 42; pour $t = 3600^s$, environ 20 et 18; et pour $t = 7200^s$, environ 16 et 10. La divergence constatée pour les deux derniers résultats n'est d'ailleurs pas étonnante, car il s'agit de deux valeurs isolées, et l'on se trouve dans la zone des variations lentes; pour la dernière détermination, l'économie, mesurée en dixièmes, ne pouvait être que de 20 ou de 10 pour 100, deux valeurs presque aussi éloignées de la valeur calculée.

Le fait réellement important qui me paraît devoir être signalé dans l'établissement de cette loi d'évanouissement des traces mnémoniques chez la Limnée, c'est son rapport très étroit avec la loi de l'oubli chez l'homme, établie par Ebbinghaus. Il est en effet facile de voir qu'on peut passer très facilement de la formule de cette loi,

$$m = \frac{K}{\log t^{e'}} \qquad \text{à la nôtre} \qquad m = \frac{K}{t^{\alpha}(\log t)^{e}},$$

par un simple changement de valeur du coefficient α; il suffit en réalité de

faire $\alpha = 0$ dans la formule que nous avons établie [1] pour retrouver celle d'Ebbinghaus, qui exprime un évanouissement très lent. Si l'on adoptait cette dernière formule, en calculant les constantes à partir de nos premiers résultat, l'économie atteindrait les valeurs suivantes pour les intervalles de 120^s, 300^s, 600^s, 1200^s, 3600^s et 7200^s : 69,4; 63,6; 60; 56,8; 53,7 et 51, au lieu des chiffres expérimentaux, 60, 50, 43, 36, 18 et 10.

Les variations de l'exposant donneront toute une série de courbes à chute plus ou moins rapide. Si l'on fait α égal à 1, l'évanouissement s'effectue très vite. En déterminant les autres constantes avec nos premiers résultats, on obtiendrait les valeurs suivantes au lieu de celles que nous avons indiquées : 36; 20,4; 12,4; 7,8; 3,5 et 1,9.

Entre la valeur extrême zéro et la valeur 1, qui est peut-être une limite expérimentale, on peut prévoir qu'on trouvera toute une séries d'intermédiaires correspondant à une persistance plus ou moins intense des traces mnémoniques chez les différents animaux, depuis les espèces les plus inférieures jusqu'aux races humaines.

Des recherches faites avec des méthodes convenables dans différentes espèces animales permettront de vérifier cette hypothèse générale, d'après laquelle on posséderait un mode précis d'évaluation numérique de la persistance mnémonique dans les organismes.

PATHOLOGIE. — *Sur les moyens naturels de défense de certains Vertébrés à sang froid contre le trypanosome du Surra* (Trypanosoma Evansi). Note de M. A. **Massaglia**, présentée par M. A. Laveran.

Mes recherches [2] sur l'immunité naturelle de certains Mammifères vis-à-vis des trypanosomes ont montré que la défense de l'organisme est assurée dans ce cas, non par la phagocytose, mais par les propriétés trypanolytiques des liquides de l'organisme ; la phagocytose n'interviendrait que comme phénomène secondaire pour achever la destruction des trypanosomes morts ou mourants, et des débris (noyau et centrosome) qui ont échappé à l'action trypanolytique des liquides organiques.

Sur le conseil de M. Laveran, je me suis proposé d'étendre mes recherches aux Vertébrés à sang froid. En partant de cette constatation faite par

(1) J'ai profité, pour l'établissement de la formule et le calcul des constantes, de la collaboration dévouée de M. E. Maigre.

(2) *Società medico-chirurgica di Modena*, 12 febbraio 1909.

A. Laveran et A. Pettit ([1]), que divers Reptiles, Batraciens et Poissons offrent une réceptivité des plus variables pour certains trypanosomes des Mammifères, j'ai recherché si ces différences s'expliquaient par la phagocytose.

Mes expériences ont consisté essentiellement à injecter, dans la cavité générale d'animaux à sang froid, du sang de cobaye, de rat ou de souris riche en Surra, et à suivre l'évolution des trypanosomes au moyen de ponctions péritonéales et de prises de sang et de lymphe. Dans quelques cas, j'ai eu recours aux injections de carmin, de sang normal et aux leucocytoses artificielles.

A. Couleuvre à collier 1 (*Tropidonotus natrix*), P = 90^g, reçoit dans le péritoine une émulsion de carmin; 6 heures après, des grains de carmin dans les leucocytes; la quantité de carmin ayant pénétré dans le sang augmente jusqu'au soir; le lendemain le carmin a disparu du sang.

Couleuvre à collier 2, P = 75^g, reçoit le 11 août du sang normal de cobaye; la présence des hématies de cobaye est constatée pour la première fois dans le sang de la couleuvre 21 heures après l'injection; — le lendemain, injection de sang riche en Surra; les trypanosomes passent dans le sang au bout de 2 heures 30 minutes, et y persistent jusqu'au 16; pas de phagocytose des trypanosomes; — 17 août, injection de sang riche en Surra; mêmes résultats.

Couleuvre à collier 3, P = 70^g, reçoit le 15 août 2$^{cm^3}$ d'émulsion d'aliment Mellin dans le but de provoquer un exsudat leucocytaire; — le lendemain, reçoit du sang riche en Surra; 2 heures après, trypanosomes dans le sang. Pas de phagocytose des trypanosomes.

Ainsi les trypanosomes inoculés dans le péritoine passent plus vite dans la circulation que les hématies de souris et le carmin. Cette plus grande rapidité de passage peut s'expliquer par les mouvements actifs des trypanosomes. Dans ces expériences, je n'ai jamais observé de phénomènes de phagocytose des trypanosomes.

B. Deux tortues (*T. mauritanica*) reçoivent du sang riche en Surra; pas de trypanosomes ni dans le sang ni dans la lymphe.

C. Chez la grenouille rousse (*R. temporaria*), le carmin injecté dans la cavité générale a apparu dans les leucocytes du sang au bout de 24 heures environ; les trypanosomes ne sont pas rares dans le sang et surtout dans la lymphe 6 heures après l'injection. Au bout de 24 heures, il n'y a plus de trypanosomes ni dans le sang ni dans le liquide péritonéal.

Chez la grenouille verte (*R. esculenta*), l'injection intrapéritonéale de sang riche

([1]) *Comptes rendus*, 2 août 1909.

en Surra n'est pas suivie du passage des trypanosomes dans le sang; ceux-ci disparaissent rapidement de la cavité péritonéale. Pas de phagocytose.

Une grenouille maintenue à l'étuve (+ 37°) fournit sensiblement les mêmes résultats.

Chez les grenouilles maintenues à la glacière (+ 5°) 6 heures après injection intrapéritonéale de sang riche en Surra, les trypanosomes commencent à disparaître du liquide péritonéal. La lymphe de *R. temporaria* renferme des hématies de Mammifère et quelques trypanosomes; les hématies de Mammifère pénètrent seules dans la lymphe de *R. esculenta*. Pas de trypanosomes dans le sang des deux espèces. 24 heures après l'injection, on ne retrouve plus trace de trypanosomes dans la cavité générale. Au cours de cette expérience, la phagocytose des trypanosomes n'a pas été observée.

D. Chez le triton (*T. vulgaris*), l'injection intrapéritonéale de sang riche en Surra est suivie de l'apparition d'énormes macrophages qui incorporent des hématies de Mammifère; les trypanosomes ne passent pas dans le sang et disparaissent plus ou moins rapidement de la cavité péritonéale; dans un petit nombre de macrophages, on observe quelques noyaux de trypanosomes.

Lorsqu'on a provoqué un exsudat leucocytaire au moyen d'une injection intrapéritonéale d'aliment Mellin, on n'observe pas davantage de phagocytose des trypanosomes.

E. Deux lézards (*L. viridis* et *L. muralis*) ont été inoculés; pas de trypanosomes dans le sang; ceux-ci persistent dans la cavité péritonéale de *L. viridis* 24 heures, dans celle de *L. muralis* 55 heures.

Conclusions. — Les résultats des présentes recherches me semblent confirmer complètement ceux que j'ai précédemment obtenus en injectant à des cobayes du sang riche en *T. Lewisi*; jamais je n'ai noté de phénomène de phagocytose des trypanosomes par les leucocytes. Dans le liquide péritonéal de triton on observe bien d'énormes macrophages, mais ceux-ci phagocytent seulement les hématies de souris et les débris de trypanosomes; ils apparaissent toujours assez tardivement et ne sont jamais très abondants. Dans le cas de leucocytose artificielle, les trypanosomes ne sont pas davantage phagocytés. Enfin notons que, chez les grenouilles réfrigérées à + 5°, la disparition des trypanosomes injectés dans le cœlome s'effectue aussi rapidement que chez les témoins; il est évident que, à cette température, on ne saurait invoquer une participation effective de la phagocytose.

M. **Albert Droit** adresse une Note concernant *Un coefficient de frottement.*

M. C. **Mariller** adresse une Note *Sur la distillation des mélanges liquides.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 SEPTEMBRE 1909.

Mémorial de l'Artillerie navale. 3e série, t. III, 2e livraison de 1909. Paris, 1909; 1 vol. in-8°.

La morphologie de l'Insecte, par CH. JANET. Limoges, 1909; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annals of the royal botanic garden, Calcutta. Vol. XI : *Asiatic palms. Lepidocaryeæ.* Part I : *The species of Calamus,* by Dr ODOARDO BECCARI. Calcutta, 1908; 1 vol. in-4°, avec 231 planches in-folio.

Sylloge floræ congolanæ (*Phanerogamæ*), par THÉOPHILE DURAND et HÉLÈNE DURAND. Bruxelles, 1909; 1 vol. in-8°.

Les prix Nobel en 1906. Stockholm, 1909; 1 vol. in-8°.

Sur l'efficacité des moyens de dissémination, par L. ERRERA. Bruxelles, 1909; 1 broch. in-8°.

Come si svolse il primo concetto del termoscopio ad aria. Memoria del prof. IGNAZIO GALLI. Roma, 1909; 4 broch. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Prima relazione annuale del direttore dell'Ufficio idrografico. Pubblicazione nos 1, 2. Venezia, 1909; 2 fasc. in-8°.

Bericht der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, 1909. Frankfurt. a. M., 1909; 1 vol. in-8°.

Rigveda. Textkritische und exegetische Noten. Berlin, 1909; 1 vol. in-4°.

Theorie der kleinen Planeten. Berlin, 1909; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 août 1909.)

Note de M. *Pascal,* Propriétés magnétiques du carbone et des composés organiques :

Page 343, ligne 21, *au lieu de* — 6,12, *lisez* — 6,21; *au lieu de* — 6,08, *lisez* — 6,28.

(Séance du 9 août 1909.)

Note de M. *Ch. Lallemand.* Sur les marées de l'écorce terrestre :

Page 391, ligne 8, en remontant, *après* Amplitudes moyennes, *ajoutez* à la latitude *l*.

Même page, ligne 5, en remontant, *au lieu de* $\frac{2}{3} \times 0{,}084\ldots$, *lisez* $\frac{2}{3} \times 1{,}52\, e\ldots$.

Même page, ligne 3, en remontant, *au lieu de* T_0, rotation de la Terre sur elle-même, *lisez* T_0, durée de la rotation journalière apparente de l'astre autour de la Terre.

Même page, dernière ligne du texte, *ajoutez* *e*, excentricité de l'orbite de l'astre.

Note de M. *Jean Becquerel,* Sur différentes espèces de dissymétries d'intensités, etc. :

Page 394, ligne 17, *au lieu de* irrégularité; *lisez* inégalité.

Note de M. *Rosenstiehl,* De l'intervention de la pression osmotique dans la teinture :

Page 397, ligne 6, *au lieu de* bulles mariées, *lisez* balles mariées.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 SEPTEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Images monochromatiques multiples du Soleil, données par les raies larges du spectre.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja**.

Les premières images monochromatiques du Soleil avec les raies noires du spectre ont été obtenues en 1894 par Deslandres, qui a signalé en même temps la très grande extension que comporte cette application nouvelle du spectrohéliographe. Ces images révèlent, sur le disque entier, la distribution et l'intensité de la vapeur atmosphérique qui a produit la raie noire par son absorption, et comme les raies noires sont au nombre de 20000, et comme chacune d'elles peut *a priori* donner une image différente, le champ nouveau ouvert à l'investigation des astronomes s'annonce comme extrêmement large.

On peut encore aller plus loin. Les raies noires larges du spectre n'ont pas un éclat uniforme; et de même aussi les raies ordinaires, quoique d'une manière moins visible. Elles sont formées de parties plus ou moins distinctes qui, en général, vont en se rétrécissant vers le centre et qui correspondent à des couches successives de la vapeur, de densité décroissante. C'est ainsi que, en 1893 et 1894 (¹), Deslandres signale particulièrement, entre autres raies larges, les raies exceptionnelles H et K, les plus larges du spectre, qui se divisent en trois composantes nettement distinctes, à savoir

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVII, 1893, p. 1053, et t. CXIX, 1894, p. 148.

H_1 K_1 qui sont larges et noires, H_2 K_2 qui sont brillantes et doubles, H_3 K_3 qui sont fines et noires. Ces trois composantes révèlent trois couches superposées de la vapeur, qui doivent comprendre la chromosphère entière du Soleil ; car, au bord solaire extérieur, la raie fine brillante qui correspond à la raie noire fine K_3 s'élève plus haut que toutes les autres, et même que la raie rouge de l'hydrogène.

Ces premières recherches de 1894 ont été faites avec un spectrohéliographe à un seul prisme, peu dispersif, organisé pour donner le mieux possible l'image de la couche moyenne K_2 du calcium ([1]). On a pu isoler une portion de la raie K_1, et les raies noires voisines les plus larges du fer, de l'aluminium et du carbone. L'opération est facile avec la raie K, qui est très large ; mais, avec les autres raies, il a fallu diminuer le plus possible la seconde fente et isoler la raie tout entière. Les images obtenues, qui décèlent pour la première fois la couche basse de l'atmosphère ou couche renversante, ont des caractères communs, qui les distinguent à première vue des images de la couche moyenne K_2, relevée depuis 1892 : les plages faculaires sont brillantes au centre comme au bord du disque dans les deux couches, mais elles sont notablement plus larges dans la couche K_2, où elles empiètent souvent sur les taches dont la pénombre est mal marquée. Dans K_1, l'ombre et la pénombre sont, au contraire, nettes et bien délimitées.

Le petit appareil de 1894 a donné les deux premières couches, mais il est insuffisant pour la couche supérieure ; car la raie K_3 ne peut être isolée que par des appareils puissants, comme la plupart des raies noires du spectre solaire, qui sont relativement fines. Cependant la voie à suivre était nettement indiquée, et, si les progrès ultérieurs ont été lents, la cause en est, tout au moins en France, au manque de ressources.

La recherche des images à raies noires est reprise en 1903 à l'Observatoire Yerkes par Hale et Ellermann avec la grande lunette de 20^m et un grand spectrohéliographe nouveau à réseau et à prismes. La dispersion déjà grande leur permet d'isoler un nombre de raies de la couche renversante plus grand qu'en 1894, et en plus les raies verte, bleue et violette de l'hydrogène. Ils confirment les résultats de 1894 sur la couche renversante

---

([1]) L'image K_2 de cette époque serait appelée plus justement image K_{23}, puisqu'elle est un mélange des lumières K_2 et K_3, mais la lumière K_2 est prépondérante et masque en grande partie la lumière K_3. De même, d'après la Note actuelle, les images américaines de l'hydrogène avec H_α représentent la réunion des couches moyenne et supérieure et peuvent être appelées *images de la couche moyenne*.

avec un détail en plus pour la couche K_1 : les plages faculaires de cette couche, plus étroites que celles de K_2, y sont d'autant plus étroites que la portion isolée de K_1 est plus éloignée du centre. L'hydrogène, d'autre part, donne un résultat nouveau et curieux : les plages faculaires s'y montrent, mais renversées; elles sont noires par rapport au fond, et non plus brillantes.

Hale continue la même recherche au mont Wilson avec des appareils encore plus puissants, et, en 1908, il obtient l'image de la raie rouge H_α de l'hydrogène, différente des images données par les autres raies du même gaz, et beaucoup plus riche en fins détails. Il annonce qu'il reconnaît sur ces images autour des taches un tourbillon à axe vertical qui est permanent alors que les indices d'un mouvement similaire ne sont visibles qu'une fois sur vingt, comme on sait, sur la surface même de l'astre. En même temps, l'image nouvelle est présentée comme due à la couche supérieure de l'hydrogène.

Le résultat est important, d'autant que les images obtenues sont magnifiques; mais il est incomplet, car les astronomes américains ont isolé dans chaque cas la raie entière (la raie K_1 exceptée) et ils ont seulement l'image de l'ensemble de la vapeur. Ils n'ont pas cherché à reconnaître la part qui revient à chaque partie de la raie dans cette image et à séparer les couches successives de la vapeur. Cependant cette recherche est particulièrement intéressante, et celle qui montre le mieux la puissance des nouvelles méthodes.

Nous nous sommes proposé de poursuivre l'étude commencée en 1894 avec la raie K et de faire une dissection aussi complète que possible de chaque raie noire, en cherchant surtout à dégager la couche supérieure, qui, notablement moins brillante que les couches plus basses, est masquée dans l'image de l'ensemble de la vapeur. Ces couches supérieures sont d'ailleurs les plus intéressantes, étant celles qui, probablement, ont les variations les plus fortes; et elles ont un attrait spécial de nouveauté, puisque l'homme, fixé au sol, connaît mal nécessairement les parties élevées de sa propre atmosphère.

En 1906, nous avons étudié à ce point de vue les raies larges du fer 404 et 438, qui offrent nettement deux parties distinctes : une raie centrale bien noire et, de chaque côté, de larges dépendances dégradées. Déjà, en 1894, ces raies avaient été isolées, mais entières, et leur image avait montré toutes les plages faculaires, brillantes et étroites. Or, nous avons reconnu que ces plages brillantes sont émises seulement par les parties dégradées; le centre

donne une image différente avec un petit réseau spécial d'inégalités. Or, le fer appartient à la couche renversante; on est donc conduit à admettre des subdivisions dans cette première couche basse de l'atmosphère. Cette recherche a été faite avec un spectrohéliographe à réseau et chambre de $3^{m},40$ d'un type nouveau. Mais l'appareil ne donnait pas l'image entière de l'astre et était fortement gêné par l'exiguïté de la salle et de son support.

En 1907, les conditions deviennent plus favorables. Un crédit spécial, accordé par le Gouvernement, permet de construire une grande salle et un grand spectrohéliographe ([1]). Ce dernier, qui est muni de moteurs électriques synchrones, a été présenté comme une solution générale du spectrohéliographe, et décrit dans les Notes précédentes. Dans sa forme actuelle il comprend quatre spectrohéliographes distincts réunis autour d'un même collimateur, à savoir : un à réseau de $2^{m},80$, deux à trois prismes de 3^{m} et un grand de 14^{m} à trois fentes, à réseau ou à prismes, qui donne, comme les trois autres, une image entière de l'astre et qui isole mieux, mais en exigeant une pose plus longue ou une image plus petite.

Nous avons pu ainsi en 1908, avec le grand appareil de 14^{m}, révéler une couche nouvelle, la couche supérieure K_3, et reconnaître ses caractères principaux. Si l'on s'élève en partant de la surface, les taches diminuent progressivement, et souvent jusqu'à disparaître, alors que les plages faculaires augmentent; en même temps apparaissent, dans la couche supérieure, des lignes nouvelles, noires et parfois très longues, appelées *filaments et alignements*, qui la caractérisent et sont opposées aux points noirs plus ou moins ronds qui sont les taches. L'étude de la large raie K est dès à présent complète.

Cette année nous avons fait des recherches similaires sur les raies de l'hydrogène et du fer, et au début sur la raie rouge H_α de l'hydrogène. Hale, qui a isolé en 1908 la raie entière ou presque entière, a présenté l'image obtenue comme due à la couche supérieure de l'hydrogène, mais Deslandres a remarqué qu'elle devait plutôt représenter un mélange de couches différentes. Car, au bord solaire extérieur, la raie a nettement la forme en fer de lance; et de plus Rowland et Jewell ont reconnu trois parties dans la raie noire, une partie centrale et une partie moyenne assez peu distinctes, d'une largeur totale de $0^{A},96$, et une partie extérieure ou dégradée, qui élève la largeur à $1^{A},24$. Ces nombres ne sont que des moyennes.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 229; t. CXLIII, 1906, p. 1210, et t. CXLVIII, 1909, p. 968.

D'autre part, si l'on examine les épreuves publiées par Hale, celle du 30 avril 1908 a été faite avec une fente de $0^A,90$; et celle du 7 octobre, distribuée par la Royal Astronomical Society, correspond à une seconde fente de $1^A,70$. Ces deux images, d'ailleurs très belles et très riches en détails, sont probablement un mélange de deux et trois couches.

Pour vérifier le fait et séparer les couches supposées, nous avons isolé des portions différentes de la raie H_α avec notre spectrohéliographe à réseau de $2^m,80$, notablement plus dispersif que l'appareil américain (1^{mm} du spectre représente $6^A,2$ à Meudon et 22^A au mont Wilson); les premiers résultats ont été déjà publiés (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1011 et 1235). Avec une seconde fente de $0^A,22$, les images successives de H_α sont différentes, et dès à présent la complexité des images américaines est un fait certain. Mais ces images correspondent-elles aux trois divisions de Rowland? La réponse est immédiate pour la seule image du centre qui représente sans doute possible la couche supérieure de l'hydrogène. Or, elle diffère absolument de l'image américaine; elle est beaucoup plus simple et a comme détails principaux justement les détails de la couche supérieure K_3 du calcium, c'est-à-dire les mêmes filaments noirs et les mêmes plages brillantes. Les deux couches ont donc les mêmes caractères généraux.

Pour les deux autres images, il y a un certain doute. L'image moyenne ressemble à l'image du mont Wilson, et l'image de la partie extérieure offre en noir les plages faculaires. Mais nous avons constaté que les bords des parties moyenne et dégradée sont fort sinueux, le premier surtout; ces sinuosités introduisent des détails parasites dans les images, dont il faut doser la valeur. Or, en gros, les élargissements de H_α se trouvent coïncider avec les augmentations d'éclat de K_2 et K_3, et ces sinuosités peuvent expliquer ces deux dernières images. De nouvelles recherches sont nécessaires.

Nous avons alors repris la même étude et la même série d'images, mais plus complète, avec une seconde fente large de $0^A,12$ et le grand spectrohéliographe à réseau et à trois fentes de 14^m qui est trois fois plus dispersif et qui, éliminant la lumière diffuse intérieure et les effets de la réflexion sur les bords de la fente, est encore avantageux à d'autres égards. L'image du centre est encore plus simple qu'avec l'appareil précédent; elle n'offre presque plus de petits détails (1) et elle a l'aspect d'une image de la surface,

(1) Cette remarque s'applique à nos images, larges de 40^{mm} ou 60^{mm}; elle pourrait ne plus être vraie avec des images plus grandes et meilleures. Mais les différences que nous signalons entre les images du centre et des bords subsisteront toujours.

avec cette première différence que les points noirs des taches y sont remplacés par les lignes noires des filaments. Les plages faculaires sont encore plus nombreuses, aussi brillantes au centre qu'au bord, mais réduites à des crêtes ou arêtes qui ont souvent, comme les filaments, la forme de fils, mais de fils beaucoup moins longs (¹).

D'autre part, la partie moyenne de H_α donne une image qui lui est propre et est distincte des sinuosités du bord, si toutefois on se tient à une distance suffisante de ce bord. Cette image se rapproche beaucoup de l'image américaine et elle est, comme cette dernière, très riche en petits détails; c'est sur elle qu'on voit bien les grains allongés, les petites lignes qui donnent aux alentours des taches et filaments l'aspect d'un liquide en mouvement, ou qui rappellent les lignes de force d'un champ électrique ou magnétique. Quant à la partie dégradée de la raie, large de $0^A,14$, elle offre comme détails principaux les plages faculaires en noir; mais elle est trop étroite pour que l'influence des bords sinueux puisse être écartée, et le doute subsiste toujours au sujet de son origine.

Nous avons alors étudié de la même manière la raie H_γ, large de $0^A,44$, avec le même appareil et une fente de $0^A,05$; or, le centre de la raie et les autres parties nous ont donné seulement les plages faculaires noires (²). On comprend que Hale, qui a isolé la raie entière, ait eu aussi le même résultat. En tout cas, l'influence des bords, d'ailleurs peu sinueux, avec H_γ, n'entre plus en ligne de compte; et les plages faculaires noires doivent être bien rapportées à l'hydrogène et même à une couche basse de ce gaz.

La conclusion finale sur l'hydrogène est la suivante :

L'hydrogène a, comme le calcium, au moins trois couches distinctes : une couche basse qui produit en grande partie la raie H_γ et vraisemblablement aussi la partie dégradée de H_α; une couche moyenne, qui correspond à la partie moyenne de H_α, et enfin une couche supérieure quatre à cinq fois moins brillante que la précédente et donnée par la partie centrale de la raie, large environ de $0^A,15$.

Les images américaines, avec la fente de $0^A,9$, offrent le mélange des deux dernières couches ou plutôt la couche moyenne, la plus brillante des deux; mais, avec cette fente, le bord sinueux doit jouer encore un rôle.

(¹) Nous avons observé parfois le fait curieux qui est le suivant : l'image est plus pâle au centre qu'au bord et présente ainsi un phénomène inverse de celui offert par la surface.

(²) Même les plages faculaires deviennent plus étroites lorsqu'on s'éloigne du centre de la raie.

Quant à la couche supérieure, elle a été révélée par nos épreuves, qui ont montré ses caractères principaux et ses points communs avec la couche K_3; d'autre part, ces trois couches du calcium et de l'hydrogène ont de grandes différences, dont la cause exacte est encore à déterminer.

Ensuite, avec le même grand spectrohéliographe de 14^m et une fente de $0^A,04$, nous avons étudié les images des différentes parties de la raie λ 438 du fer, large de $1^A,8$ avec ses dépendances dégradées, et nous avons vérifié les résultats de 1908, obtenus avec un appareil moins puissant ([1]).

En résumé, nous avons reconnu les couches successives du fer, du calcium et de l'hydrogène et en particulier les couches supérieures qui sont les plus difficiles à dégager, mais les plus intéressantes. Ce résultat est dû en grande partie aux avantages précieux du grand spectrohéliographe à trois fentes, préconisé en 1893 et organisé en 1907.

MÉMOIRES LUS.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du* 11 *juin* 1909 ([2]); par M. **Alfred Angot.**

J'ai donné précédemment (*même Volume*, p. 71) quelques résultats préliminaires de l'enquête ouverte par le Bureau central météorologique à propos du tremblement de terre du 11 juin 1909. Les réponses adressées par les maires de toutes les communes des 17 départements sur lesquels a porté l'enquête sont en nombre suffisant (4245) pour permettre de tracer en détail la Carte de l'intensité de la première secousse (secousse principale). J'ai l'honneur de soumettre cette Carte à l'Académie.

La région d'intensité maximum comprend les 12 communes de Vernègues, Charleval, La Roque d'Anthéron, Salon, Pélissanne, La Barben, Lambesc, Saint-Cannat, Rognes, Le Puy-Sainte-Réparade, Venelles et Meyrargues. Dans ces communes, l'intensité a atteint ou dépassé le degré IX de l'échelle Mercalli-Forel (destruction partielle ou totale des édifices). La surface totale occupée par cette région épicentrale peut être évaluée

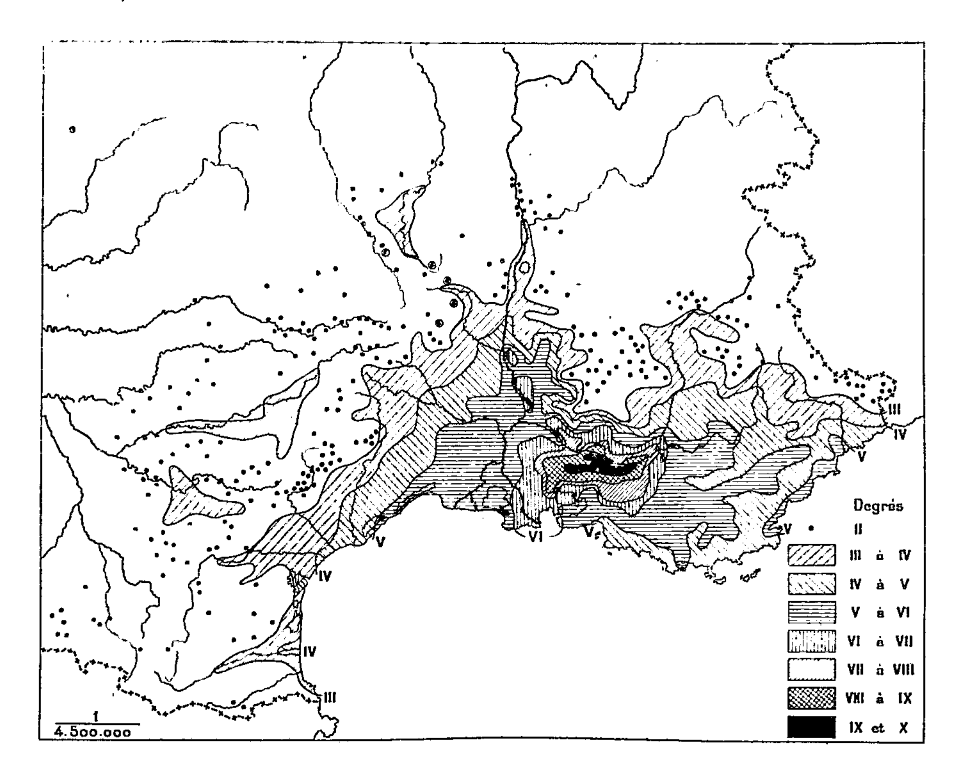
---

([1]) La partie dégradée, très large, donne, tout entière, les plages faculaires brillantes, ce qui explique la découverte de ces mêmes plages avec le petit appareil de 1894. La partie centrale donne aussi un peu ces plages brillantes, mais réduites à de fines arêtes et relativement beaucoup plus faibles.

([2]) Mémoire lu dans la séance du 13 septembre 1909.

à 360^{km^2} et est comprise tout entière dans l'arrondissement d'Aix, sauf la commune de Vernègues (arrondissement d'Arles).

La zone d'intensité VIII, qui entoure cette région centrale, comprend, en dehors du département des Bouches-du-Rhône, quelques communes du Vaucluse, dans les cantons de Cadenet et de Pertuis.



Enfin, l'intensité moyenne atteint ou dépasse VI dans un total de 20 cantons, dont 12 pour les Bouches-du-Rhône, 5 pour le Vaucluse, 2 pour le Gard et 1 pour les Basses-Alpes.

L'ensemble de la surface où l'ébranlement a été sensible peut être évalué pour les 17 départements considérés à 458^{Mm^2}; il est vraisemblable que la secousse a dû être ressentie en outre partiellement dans quelques départements qui n'ont pas été compris dans l'enquête, notamment dans la Haute-Garonne et dans la Loire.

Il ne m'appartient pas d'insister sur l'origine tectonique évidente du tremblement de terre, qui a été si bien mise en évidence par M. Paul Lemoine. Mais, en dehors de la région épicentrale qu'il a spécialement étudiée, il est intéressant de considérer la manière dont le mouvement s'est propagé au loin. Cette étude présente quelque difficulté, car, dans des parties diffé-

rentes d'une même commune, les mouvements observés peuvent être assez différents, suivant la nature du sol. Toutefois la Carte met en évidence quelques faits intéressants.

Les courbes isosistes, faute d'observations en nombre suffisant, sont souvent figurées comme des ellipses; elles présentent en réalité de très grandes irrégularités qui sont certainement en rapport avec la structure géologique; certains terrains sont plus aptes à transmettre les mouvements ou offrent peut-être des phénomènes de résonance. Sans insister sur l'étude de ces irrégularités, qui est du ressort de la Géologie, on remarquera toutefois que les mouvements du 11 juin ont montré une tendance remarquable à se propager au loin par les vallées. Ce mode de propagation ressort avec la plus grande netteté par exemple dans les vallées de la Tet, de l'Aude, du Lot et du Rhône. En particulier, dans l'arrondissement de Tournon, sur 120 communes qui ont répondu au questionnaire, 9 seulement signalent un mouvement appréciable : 2 d'entre elles sont sur les bords de l'Erieux et les 7 autres le long du Rhône. Par contre, dans le département de Vaucluse, très voisin de l'épicentre et où les secousses ont été généralement fortes, les mouvements ont été insensibles ou même nuls dans la région montagneuse des cantons de Mormoiron et de Sault. En particulier on n'a absolument rien ressenti à l'Observatoire du Mont-Ventoux.

Tous les résultats de cette étude, la première qui ait été faite en détail pour un tremblement de terre français, seront publiés, avec la Carte, dans un autre Recueil.

CORRESPONDANCE.

BOTANIQUE. — *De l'action des eaux minérales sur la striation et la forme des valves des Diatomées.* Note de M. **A. Lauby**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Ayant trouvé dans divers gisements en place du massif du mont Dore : La Bourboule, route du Mont-Dore à Besse, Egravats, des espèces à caractère franchement saumâtre (*Navicula halophila* Grun., *N. peregrina* Ktz., *Surirella ovalis* Breb., *S. ovata* Ktz., *Rhoicosphenia curvata* Grun.) ou marin (*Epithemia gibberula* Ktz.), j'ai recherché quelles pouvaient être les causes de la présence de ces formes dans nos dépôts d'eau douce.

Après bien des hypothèses pour expliquer leur origine dans cette région,

aucune ne m'ayant satisfait je me suis demandé si les sources minérales qui se déversaient dans les anciens lacs de l'époque tertiaire n'auraient pas eu une influence sur les espèces d'eau douce y vivant, d'autant que je notais dans les affleurements de la nouvelle route du Mont-Dore à Besse la présence de *Denticula valida* Ped. qui vit dans les thermes d'Ischia.

J'ai étudié à cet effet la flore diatomologique des travertins anciens de La Bourboule, ceux anciens et récents de Saint-Nectaire et les bassins d'eau minérale de cette localité réputée par sa flore et sa faune à types marins.

L'observation microscopique y met en relief :

1° Que certaines espèces (*Rhoicosphenia curvata*) se sont adaptées aux diverses conditions de vie qui ont présidé à la formation des dépôts anciens et récents et qu'elles existent encore dans le milieu créé par l'eau minérale de Saint-Nectaire;

2° Que d'autres espèces (*Achnanthes subsessilis, Navicula halophila, Surirella Peisonis*) ne se trouvent que dans les travertins anciens et n'existent plus postérieurement.

Il fallait donc rechercher si *Rhoicosphenia curvata* présente des modifications dans ses divers gisements et pourquoi les autres espèces ne se sont pas maintenues.

La forme d'eau douce de *Rhoicosphenia curvata* présente de 8 à 12 stries en 10^{μ} suivant la face valvaire considérée, tandis que la forme marine (var. *marina*) en présente de 15 à 17.

Pour déduire des données précises de l'examen des formes fossiles, il faut comparer des types ayant vécu à la même altitude en des points aussi rapprochés que possible, car Schumann (1) et M. Brun (2) ont observé que plus la cote des lieux de récolte était élevée, plus les stries des valves devenaient nombreuses et moins fortes, données vérifiées par le frère Héribaud pour le Massif central (3).

Le gisement en place de La Bourboule et les travertins anciens qui se trouvent à 4^{km} en amont dans le fond de cette vallée sont sensiblement à la même altitude (850^{m} et 880^{m}).

En comparant les formes de ces deux stations, on remarque qu'à La Bourboule *Rhoicosphenia curvata* présente 12 à 13 stries en 10^{μ} suivant la face

(1) SCHUMANN, *Die Diatomeen der Hohen-Tatra*, p. 38, Wien, 1867.

(2) J. BRUN, *Les Diatomées des Alpes et du Jura*, 1880, p. 18.

(3) J. HÉRIBAUD, *Influence de la lumière et de l'altitude sur la striation des valves des Diatomées* (*Comptes rendus*, 1894).

valvaire considérée, tandis que, dans les travertins, les mêmes formes n'en possèdent plus que 9 à 11.

Ainsi, tandis que la forme de La Bourboule se rapproche de la variété *marina*, celle des travertins tend vers la forme d'eau douce. Si l'on compare les formes trapues des eaux minérales de Saint-Nectaire-le-Haut (750^m) à celle des travertins anciens qui se trouvent dans le fond de la vallée du Courançon, on note que, dans ces deux stations, les espèces présentent uniformément 10 et 13 stries en 10^μ suivant leur face. Cela ne devrait pas avoir lieu si l'on se base seulement sur leur différence d'altitude. De même *Epithemia gibberula* du niveau des Egravats (alt. 1342^m) possède 16 stries en 10^μ à la face ventrale; il se présente avec le même caractère dans les travertins anciens de Saint-Nectaire; notons aussi que l'espèce marine a également 16 stries. Pour que, dans des stations situées à de telles différences d'altitude, on constate le même nombre de stries dans cette espèce, il faut bien en rechercher la cause dans la nature du milieu où ces algues ont vécu.

Peut-on déterminer cette cause? Remarquons d'abord que *Achnanthes subsessilis, Navicula halophila, Surirella Peisonis* ne se trouvent que dans le travertin ancien et ne se rencontrent pas dans les formations ultérieures de même nature. Pour que ces algues saumâtres n'aient pas pu vivre lors de la formation des travertins récents il a fallu que la nature du milieu ait changé, c'est-à-dire que la salure des eaux ait notablement diminué.

Cette manière de voir est confirmée par le fait suivant : j'ai pu observer dans le travertin de Saint-Nectaire une chaîne d'*Achnanthes subsessilis* sous la forme représentée par W. Smith (1), qui a fort bien observé des chaînes de frustules avec *valves internes* se dédoublant. Les critiques de Ralfs (2), relativement à l'observation de Smith, ne sont pas justifiées, pas plus que les idées qu'il émet au sujet de ces formes (cellules génératrices d'après l'auteur); d'ailleurs, dans la dernière phrase de sa Note, Ralfs indique que Thwaites a observé l'*Hemantidium pectinale* en conjugaison, ce qui démontre que les cellules avec doubles valves ne peuvent être des cellules de régénération.

Van Heurck pensait que cette formation constituait une défense de la cellule contre une modification de l'état de son milieu, la cellule abritée par une deuxième enveloppe pouvant continuer à vivre dans des conditions défavorables.

Je l'explique de la manière suivante : la salure de l'eau diminuant, les frustules

---

(1) W. Smith, *British Diatomaceæ*, t. II, *Pl. XXXVIII, fig.* 302*. London, 1856.

(2) J. Ralfs, *Notes on the siliceous Calls of Diatomaceæ* (*Q. J. M. S.*, t. VI, 1858, p. 14).

deviennent malades. Ils développent alors des valves internes qui leur permettent de lutter contre les conditions défavorables du milieu ambiant; ainsi protégés, ils continuent à vivre et se dédoublent en formant une chaîne de deux frustules ayant à l'extérieur une valve double et à l'intérieur une valve simple. Mais, quand le développement est terminé, l'eau pénétrant par les valves nouvelles rend malades les deux frustules récemment formés qui vont se protéger à leur tour par la production de nouvelles valves; la chaîne a alors trois valves à l'extérieur et deux à l'intérieur; le dédoublement postérieur du chaînon donne la figure représentée par Smith et que j'ai observée pour les valves réunies de l'*Achnanthes subsessilis* du travertin ancien de Saint-Nectaire.

Par conséquent, c'est bien à la diminution de salure des eaux qu'est due la disparition des espèces que nous voyons progressivement s'éliminer quand les conditions de milieu deviennent de plus en plus défavorables. Dès lors, pour les espèces qui ont pu s'adapter aux conditions nouvelles, c'est bien à l'influence des corps minéralisateurs qu'il faut attribuer les modifications qu'on observe dans leur striation et leur forme.

On peut donc dire que c'est grâce à la présence des *sources minérales* dans les lacs anciens qu'on doit d'observer, dans les sédiments déposés par les eaux douces aux diverses époques géologiques, des formes à facies saumâtre ou marin.

ÉCONOMIE RURALE. — *Du lavage des pommes à cidre avec un oxydant calcique : défécation rapide du moût et fermentation pure.* Note de MM. **Henri Alliot** et **Gilbert Gimel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le cidre étant la boisson habituelle des populations de l'ouest, du nord-ouest et d'une partie du nord de la France, sa fabrication doit préoccuper autant les hygiénistes que les techniciens. Il faut avoir vu de près ces affreux breuvages troubles, noirâtres, plats et acides, pour comprendre combien il serait désirable de vaincre la routine et d'amener les cidriers à s'intéresser davantage aux procédés de préparation basés sur des données scientifiques.

A ce titre, le lavage des pommes est indispensable pour les débarrasser des impuretés qui les souillent, mais il y a lieu de tenir compte de la qualité défectueuse des eaux dont on dispose trop souvent ou que bien des personnes utilisent sans discernement. Aussi, mettant à profit nos recherches relatives à l'action des oxydants sur la pureté des fermentations industrielles [1] qui démontrent l'influence favorable élective

---

[1] *Comptes rendus*, 11 avril 1904.

de certains oxydants à l'égard des levures et leur pouvoir bactéricide vis-à-vis des anaérobies (butyriques, microbes de l'amertume, de la graisse, etc.), nous avons expérimenté, tour à tour : l'eau oxygénée H^2O^2; l'eau ozonisée $H^2O + O^3$; les hypochlorites de soude $(NaCl)^2O$ et de chaux $CaCl^2O$, mis en solution dans l'eau destinée au lavage des pommes.

A la dose de 40^{cg} à 60^{cg} par litre d'eau, plus que suffisante pour amener la destruction des pathogènes de l'espèce humaine, l'hypochlorite de chaux exerce une action particulièrement heureuse sur l'activité de la pectase, diastase coagulante des matières pectiques du jus de pommes. Les fruits, s'ils sont très sales, doivent avoir subi un premier lavage à l'eau ordinaire avant immersion dans la solution oxydante.

Nos expériences, commencées au laboratoire en 1905 (fermentation en ballons de 2^l), ont été poursuivies chez des cidriers pendant les campagnes 1907-1908 et 1908-1909. Elles nous permettent de formuler les conclusions suivantes :

1° L'addition d'hypochlorite de chaux (à la dose de 40^g à 60^g par hectolitre d'eau, suivant l'état de propreté des fruits) assure, en vue du lavage des pommes à cidre, la purification d'eaux douteuses au point de vue bactériologique.

On sait, à propos d'épidémie de fièvre typhoïde, quels soupçons ont plané sur des cidres de consommation courante.

2° Les jus de fruits ainsi traités subissent une défécation énergique et se clarifient rapidement. La coagulation des matières pectiques se fait toujours bien et il y a formation d'un chapeau brun abondant. Cela assure à cet égard la stabilité du cidre pour l'avenir. Les diastases, notamment la maloxydase, étant éliminées par précipitation, on évite ainsi la principale cause du noircissement.

3° L'hypochlorite de chaux a une action élective favorable sur le *Saccharomyces mali* et nuisible à l'égard des anaérobies : il résout pratiquement et de façon simple le problème de la fermentation pure.

4° En adjoignant à cette méthode des soutirages répétés, on peut obtenir des cidres se conservant donc plus longtemps (intéressant notamment pour la préparation des cidres en bouteilles).

5° Ce procédé peut, avantageusement, être combiné avec l'emploi des ferments sélectionnés.

6° Au point de vue analytique, on constate une très légère augmentation de matières minérales.

Il reste quelques milligrammes de chlorures, nullement nuisibles.

Voici, à titre d'indication, l'analyse faite au 5 mai 1909 de deux cidres en fûts (qualité ordinaire d'Ille-et-Vilaine), préparés avec le même lot de

pommes, mais dont une partie avait été traitée par notre méthode et l'autre laissée comme témoin (ces derniers fruits étaient relativement propres); ces deux cidres avaient subi un soutirage :

	Cidre de pommes traitées.	Cidre témoin.
Densité	1008,5	1002,5
Alcool pour 100	4°	4°,8
Acidité en SO^4H^2 (moins CO^2)	1,65	2,15
Tanin	0,7	0,7
Sucre réducteur	21,1	5,1
Extrait à 100°	42	29,5
Cendres	2,3	2,2

7° Au point de vue organoleptique, aucune modification.

PATHOLOGIE. — *De l'action préventive du sérum normal de mouton sur* Trypanosoma Duttoni (*Thiroux*, 1905). Note de M. **A. Thiroux**, présentée par M. Laveran.

Depuis les expériences de Laveran ([1]) sur l'action du sérum humain vis-à-vis des trypanosomes pathogènes autres que *Trypanosoma gambiense*, aucun sérum normal n'avait été signalé comme agissant sur les trypanosomes. D'autre part, aucun sérum normal n'avait été reconnu actif vis-à-vis des trypanosomes non pathogènes du type *Lewisi*, cultivables sur milieu de Novy.

Au cours de nos recherches sur les trypanosomiases, nous avons observé que le sérum de mouton, injecté dans le péritoine de souris en même temps que *Trypanosoma Duttoni*, empêchait l'infection de se produire, et nous avons institué une série d'expériences pour vérifier quelle était l'action du sérum de mouton sur *Tr. Duttoni*.

Dans une première expérience, six souris (*Mus musculus*) sont inoculées dans le péritoine et deux par deux avec un mélange pour chaque souris de $0^{cm^3},5$ de sérum normal de mouton et de 6 gouttes de sang de souris (trypanosomes non rares), restés en contact 40 minutes, 3 heures et 19 heures. L'hémolyse des hématies de souris se produit en 8 minutes, mais les trypanosomes restent bien mobiles pendant plus de 24 heures. Aucune des six souris ne s'infecte.

Deux souris témoins, inoculées dans le péritoine avec 6 gouttes du même sang plus $0^{cm^3},5$ d'eau citratée, s'infectent au bout de 2 et 3 jours.

Dans une deuxième expérience, six souris sont inoculées dans le péritoine et deux par deux avec $0^{cm^3},5$ de sérum de mouton normal plus 6 gouttes de sang de souris

(trypanosomes non rares) restés en contact 5, 15 et 30 minutes. Aucune des six souris ne s'infecte. Deux souris témoins, inoculées dans le péritoine avec 6 gouttes du même sang plus $0^{cm^3},5$ d'eau citratée, s'infectent au bout de 2 jours et de 6 jours.

Les souris de la première expérience, qui n'ont pas été infectées, sont réinoculées dans le péritoine avec 6 gouttes de sang de souris (tr. non rares), 19 jours après l'inoculation du mélange virus-sérum. Elles s'infectent en 5 jours sans présenter aucune immunité.

Dans une troisième expérience, deux souris sont inoculées sous la peau des cuisses, à droite avec 6 gouttes de sang de souris (tr. non rares), à gauche avec $0^{cm^3},5$ de sérum de mouton normal; une seule s'infecte au bout de 21 jours. Deux témoins, inoculés sous la peau du dos avec 6 gouttes du même sang, s'infectent en 6 jours et en 20 jours.

Dans une quatrième expérience, deux souris sont inoculées sous la peau avec $0^{cm^3},5$ de sérum de mouton normal et dans le péritoine avec 6 gouttes de sang de souris (tr. non rares). Une seule s'infecte en 5 jours. Deux témoins, inoculés dans le péritoine avec 6 gouttes du même sang, s'infectent en 4 jours.

Nous avons aussi injecté, à des souris infectées, du sérum de mouton normal sans jamais voir disparaître *Tr. Duttoni.*

Enfin, nous avons inoculé dans le péritoine de deux souris un mélange de sérum de mouton normal et d'un trypanosome pathogène, *Tr. dimorphon;* elles se sont infectées en même temps que les témoins.

Il ressort de ces expériences que le sérum de mouton normal a une action préventive vis-à-vis de *Tr. Duttoni.* Cette action s'exerce d'une façon absolue lorsqu'il est employé en mélange avec le virus et quel que soit le temps de contact. L'action préventive se manifeste encore dans la moitié des cas, lorsque virus et sérum sont injectés en même temps, mais en différents points du corps. Les animaux, qui ne se sont pas infectés à la suite de l'injection du mélange virus-sérum, ne jouissent d'aucune immunité. Le sérum de mouton normal n'a plus aucune action une fois l'infection produite. Son action préventive semble spécifique vis-à-vis de *Tr. Duttoni*, elle ne s'étend pas aux trypanosomes pathogènes.

Le sérum a été fourni par un mouton du Sénégal, à poils assez longs, mais non laineux et de la petite race dite *toucouleur.*

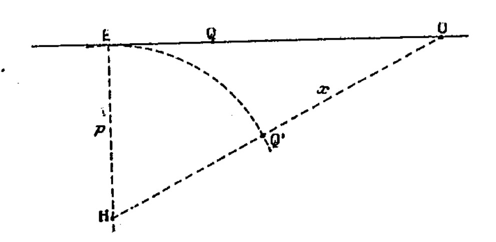
Nous avons tenté les mêmes expériences avec *Tr. Lewisi* sur *Mus rattus* et *Mus decumanus;* dans ce cas, le mélange sérum de mouton plus *Tr. Lewisi* n'a pas infecté un rat, mais nous avons été obligé de renoncer à nous servir des rats du Sénégal, ces animaux étant infectés dans la proportion de 90 pour 100, et ceux qui ne le sont pas ayant des chances de posséder l'immunité par suite d'atteintes antérieures.

---

(1) LAVERAN, *Comptes rendus*, 1er avril 1902, 6 juillet 1903 et 22 février 1904.

SISMOLOGIE. — *Calcul de la profondeur des hypocentres sismiques.* Note de M. **Comas Solà**, présentée par M. Bigourdan.

On connaît les résultats peu satisfaisants du calcul de la profondeur des hypocentres, même en se servant de l'hodographe, de l'indicatrice et de l'équation de Cancani. Les écarts énormes qu'on trouve pour un même hypocentre, en se servant de l'hodographe, enlèvent presque toute valeur scientifique aux résultats. Je me suis proposé de trouver un autre procédé qui soit : 1° simple et relativement exact; 2° indépendant des erreurs horaires absolues commises dans les sismogrammes; 3° réalisable avec les données d'un seul sismogramme.



Je suppose, comme toujours, que le foyer d'ébranlement est sensiblement un point, ce qui peut être faux, mais l'hypothèse est inévitable; d'ailleurs, en tout cas, je ne crois pas que cette supposition puisse modifier profondément le résultat. Je suppose aussi que le calcul s'applique seulement à des distances tout au plus de 500^{km} pour des sismes sévères ou désastreux d'origine tectonique, c'est-à-dire pour des sismes de grande surface d'ébranlement, ou à des distances de 200^{km} tout au plus pour des macrosismes d'intensité quelconque, mais dont l'aire pléistosiste soit faible.

Dans ces conditions, soient :

E l'épicentre;
O l'emplacement du lieu d'observation;
δ la distance de ces deux points mesurés sur un arc de grand cercle qui, dans nos conditions, est sensiblement une droite;
H l'hypocentre dans la verticale du point E;
p la distance entre E et H, c'est-à-dire la profondeur cherchée de l'hypocentre.

En supposant d'abord rectilignes les lignes de choc et, partant, uniforme la vitesse de propagation des vibrations longitudinales, au moment où elles arrivent en E, elles arrivent aussi en un point Q' sur HO, point qui sera éloigné de H de la même quantité que E. Nous pouvons admettre alors qu'au même instant partent de Q' les ondes

longitudinales et de E les ondes de la troisième phase (commencement de l'onde maximum de la grande phase dans les sismogrammes).

Soient V la vitesse de propagation des ondes longitudinales et v la vitesse des ondes de la troisième phase. Quand le premier mouvement sera arrivé au point O, le commencement de la grande phase se trouvera en Q. Le temps employé par les mouvements de la troisième phase pour parcourir QO sera $t_3 - t_1$, en appelant t_3 et t_1 les moments de l'arrivée des ondes de la troisième et de la première phase.

Par conséquent,

$$(\alpha_1) \qquad (t_3 - t_1)v = \mathrm{QO}.$$

Mais

$$(\alpha_2) \qquad \mathrm{QO} = \mathrm{EO} - \mathrm{EQ}$$

et

$$\mathrm{EQ} = v\tau, \qquad \mathrm{Q'O} = \mathrm{V}\tau,$$

en appelant τ le temps employé par chacun des deux mouvements pour aller de E à Q et de Q' à O. Éliminant τ entre ces deux équations, nous avons

$$\mathrm{EQ} = \mathrm{Q'O}\frac{v}{\mathrm{V}},$$

valeur qui, substituée dans (α_2), nous donne

$$\mathrm{QO} = \mathrm{EO} - \mathrm{Q'O}\frac{v}{\mathrm{V}} = \delta - \chi\frac{v}{\mathrm{V}},$$

en représentant par χ la distance Q'O.

Mais, d'après (α_1),

$$(t_3 - t_1)v = \delta - \chi\frac{v}{\mathrm{V}},$$

ou, enfin,

$$\chi = \frac{\mathrm{V}}{v}[\delta - (t_3 - t_1)v].$$

D'autre part, le triangle rectangle OEH nous donne, en appelant p, comme il a été dit, la profondeur de l'hypocentre :

$$p = \frac{1}{2}\left(\frac{\delta^2}{\chi} - \chi\right).$$

En réalité, V est une quantité variable, fonction de la profondeur de l'hypocentre. Cette fonction est théoriquement inconnue et évidemment très complexe. Nous limitant aux conditions préfixées pour δ et rappelant que la profondeur des hypocentres est très petite par rapport au rayon de la Terre, je crois pouvoir adopter, pour le moment, les vitesses données par M. Benddorf en fonction de la profondeur. Dans ces conditions, j'adopte,

au moins provisoirement, la fonction empirique suivante, très simple :

$$V = 5,5 + 0,0206\,p.$$

D'autre part, la vitesse v est sensiblement uniforme et égale, d'après les plus récentes et exactes observations, à 3,4; partant, nous pouvons écrire les trois équations suivantes, qui résolvent le problème :

$$(\beta_1) \qquad \chi = \frac{V}{3,4}[\delta - (t_3 - t_1)3,4],$$

$$(\beta_2) \qquad p = \frac{1}{2}\left(\frac{\delta^2}{\chi} - \chi\right),$$

$$(\beta_3) \qquad V = 5,5 + 0,0206\,p.$$

Je dois noter que V est ici regardé comme une vitesse moyenne, ce qui équivaut à substituer à une vitesse variée une vitesse fictive uniforme; également, la trajectoire rectiligne HO est une représentation fictive de la courbe compliquée de la ligne de choc réelle. Mais on voit aisément que, dans les limites imposées à δ, ces suppositions n'altèrent pas le résultat du problème.

Pour résoudre le système (β_1), (β_2), (β_3), le moyen le plus simple, dans la pratique, est un tâtonnement tel que le suivant : on commence par donner à p une valeur hypothétique p', en harmonie avec les caractères du tremblement de terre à étudier, et l'on calcule V par (β_3); on porte cette valeur dans (β_1), et enfin on calcule p par (β_2). Généralement on trouve une valeur p'' différente de p' : alors on recommence le calcul avec une valeur $p''' = \frac{p' + p''}{2}$, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on retombe à peu près sur la valeur de départ.

Voici les résultats obtenus pour quelques tremblements de terre récents :

1909.	Lieu du tremblement de terre.	Lieu d'observation.	Instrument.	δ.	$t_3 - t_1$.	p.
				km	s	km
Avril 23	Portugal	Observ. Fabra	Cancani	900	137	56
Id.	Id.	Cartuja (Grenade)	Wiechert	500	78	51
Juin 11	Provence	Observ. Fabra	Vicentini	360	61	61
Août 2	Portugal	Cartuja (Grenade)	Pend. vertical	500	76	45

Pour le tremblement de terre du 23 avril, l'épicentre est trop loin de Barcelone pour que ce mode de calcul soit légitime, mais je l'applique

cependant pour montrer que les résultats sont néanmoins de même ordre pour p.

Pour les tremblements de terre de Catalogne, dont l'épicentre est voisin de l'Observatoire Fabra et dont l'intensité est généralement de V à VI de l'échelle de Mercalli, je trouve des profondeurs qui varient de 2^{km} à 4^{km} : on comprend facilement que, pour ce calcul, on devra préférer les sismogrammes donnés par des appareils à grande vitesse et amortis.

Enfin, en supposant la profondeur p négligeable et en prenant une moyenne appropriée de la relation $\frac{V}{v}$, on peut déduire de (β_1) la formule simple suivante pour le calcul approché des distances épicentrales comprises entre 200^{km} et 1000^{km} :

$$\delta = 6,6(t_3 - t_1).$$

Voici quelques résultats fournis par cette formule comparés aux nombres réels :

Dates.	Lieu du tremblement de terre.	Lieu d'observation.	δ réel.	δ calculé.
1908. Déc. 28	Messine	Observatoire Fabra	1200 km	1188 km
1909. Avril 23	Portugal	Id.	900	904
Id.	Id.	Obs. de Cartuja	500	515
1909. Juin 11	Provence	Observatoire Fabra	360	403

M. **Carlos A. Hesse** adresse une Note, en langue espagnole, *Sur un projet de réforme du calendrier*.

M. **Edwin Fairfax Naulty** adresse une Note, en langue anglaise, *Sur la vraie relation du pôle magnétique au pôle géographique*.

M. **Th. Tommasina** adresse une Note intitulée : *Nouveaux apports à la théorie de la lumière*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 SEPTEMBRE 1909.

Bulletin de la Société philomathique de Paris, 10e série, t. I, n° 3, 1909. Paris, 1909; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, t. XXXVI, fasc. 1. Genève et Paris, 1909; 1 vol. in-4°.

Annuaire de la Société de l'Industrie minérale, 1909-1910. Saint-Étienne, 1909; 1 vol in-8°.

Communicaçóes da commissão do Servico geologico de Portugal, t. VII, fasc. 2. Lisboa, 1908-1909; 1 vol. in-8°.

Tests concerning tubercle bacilli in the circulating blood, by SCHRŒDER and COTTON. Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

Annuaire statistique de la ville de Buenos-Ayres, 1908. Buenos-Ayres, 1909; 1 vol. in-8°.

Revista dos cursos da faculdade de Medicina da Bahia, t. VI. Bahia, 1908; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1909.)

Note de M. *Ch. Tanret,* Sur l'amidon soluble :

Page 1775, ligne 4, *au lieu de* M. Fernbach, *lisez* MM. J. Wolff et A. Fernbach.

(Séance du 23 août 1909.)

Note de M. *Ch. Lallemand,* Sur les mouvements de la verticale, etc. :

Page 435, ligne 4, *au lieu de* termes en cos $\mathfrak{H}$, *lisez* termes en $\mathfrak{H}$.
Même page, ligne 9, *au lieu de* l'onde semi-diurne, *lisez* l'onde diurne.
Même page, ligne 12, *après* (6), *ajoutez* $d = d_m(1 - e\cos nt)$, et ....
Même page, ligne 13, *après* moyenne distance, *ajoutez* d_m.
Page 436, ligne 9, *avant* la formule, *ajoutez* (11 *bis*).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 SEPTEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** prononce l'allocution suivante :

« Il y a quelques semaines nous avons glorifié les hommes qui ont accompli les progrès réalisés dans l'Aéronautique et dans l'Aviation. Depuis, les deuils les plus cruels se succèdent. Le sang et les larmes sont la rançon des grandes découvertes. Le monde savant s'associe à la douleur ressentie par l'Armée, par la France, par le monde entier. »

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de roches grenues intrusives pliocènes dans le massif volcanique du Cantal.* Note de M. **A. Lacroix**.

L'opinion la plus généralement admise sur le mode de formation des roches éruptives grenues (granites, syénites, gabbros), qui ne sont point venues au jour, est qu'elles n'ont pu se produire qu'à une très grande distance de la surface. L'idée d'une liaison nécessaire entre leur structure grenue et une cristallisation profonde se traduit dans le langage pétrographique par le fréquent emploi du terme de *roche de profondeur* comme synonyme de *roche grenue*.

La découverte faite dans un petit nombre de régions (Hébrides, Ouest américain en particulier) de masses intrusives importantes ou de dykes de roches grenues au milieu de brèches et de conglomérats volcaniques d'âge peu ancien, roches consolidées sous une couverture qui ne pouvait être très

épaisse, est venue ébranler l'opinion précitée. Jusqu'à ce jour aucune observation de ce genre n'avait été faite dans les massifs volcaniques de la France centrale. Ces remarques préliminaires étaient utiles pour montrer l'intérêt à la fois particulier et général des observations qui font l'objet de cette Note.

Depuis quelques années, j'ai rencontré au Mont-Dore, soit dans les filons, les coulées ou les tufs d'andésites à haüyne, soit dans les conglomérats produits à leurs dépens, une quantité extraordinaire de blocs de roches grenues à grands éléments, en relation génétique évidente avec ces andésites.

Certains types de ces enclaves homœogènes allomorphes, tels que des gabbros à haüyne, se présentent avec une telle constance de composition et de structure, qu'il m'a semblé utile de chercher s'ils ne forment pas des gisements en place; je me suis donc attaché à fouiller tous les ravins profonds du massif, dans l'espoir de rencontrer ceux-ci. Ces recherches, poursuivies pendant trois ans consécutifs, sont restées sans résultat (¹), mais, en les continuant dans le massif voisin du Cantal, j'ai découvert *en place* des roches grenues d'une autre nature, complètement différentes de tout ce qui était connu jusqu'à présent en Auvergne, roches que j'ai tout d'abord recueillies en blocs roulés dans la Jordanne, aux environs de Mandailles.

La haute vallée de la Jordanne, qui pénètre jusqu'au centre même du grand appareil éruptif du Cantal, y entame des trachyandésites de couleur claire, que M. Boule parallélise avec les trachytes miocènes signalés par M. Fouqué dans les vallées voisines de l'Alagnon et de la Cère. Ces trachyandésites sont eux-mêmes recouverts par la puissante brèche andésitique pliocène, que surmontent des coulées d'andésite à labrador. C'est de cet ensemble que se dressent les pitons de trachyte phonolitique du Griou et du Griounot.

Le gisement, qui fait l'objet de cette Note, se rencontre sur le bord même de la Jordanne, en amont de Liadouze et au-dessous du buron de Fournol, près de l'entrée d'un ravin aboutissant à la Font-des-Vaches. La roche intrusive n'affleure que sur une centaine de mètres; elle est encaissée de part et d'autre par les trachyandésites, dont elle est séparée, du côté amont, par une forme de bordure microgrenue et, du côté aval, par un filon d'une andésite spéciale.

La roche normale est une sorte de *monzonite* à grains fins. Son abon-

---

(¹) Elles m'ont fait cependant rencontrer de nouveaux gisements fort riches de ces enclaves; les plus remarquables se trouvent dans la haute vallée de la Monne; j'y ai recueilli en particulier des gabbros à haüyne, dans lesquels l'haüyne bleue intacte est très abondante.

dance dans les murs voisins, sous forme de gros blocs, jusqu'à 1^{km} plus en amont, puis, dans le ravin de la Font-des-Vaches, jusqu'à une altitude supérieure de 300^{m} à celle de Fournol, montre qu'un gisement fort important a été démantelé. Parmi ces blocs, la monzonite est accompagnée de types pétrographiques variés, que je n'ai pu trouver en place.

Le buron de la Font-des-Vaches est placé sur un tertre gazonné, adossé au piton trachytique du Griounot et constitué par un dyke puissant ou une petite masse intrusive d'un *gabbro essexitique* (1); celui-ci doit être parallélisé, au point de vue du gisement, avec les roches précédentes, mais il se trouve à une altitude plus élevée; il est en contact d'une part avec la cinérite andésitique, et d'une autre avec le trachyte phonolitique.

On doit conclure de ces observations que toutes les roches, qui nous occupent, sont intrusives, qu'elles ont été mises en place au milieu des déjections du volcan miocène et pliocène; qu'elles se sont élevées assez haut dans celles-ci et qu'elles se sont, par suite, consolidées sous une épaisseur relativement peu considérable de matériaux solides. On peut chercher à préciser l'époque de cette mise en place; la probabilité de sa postériorité à l'épanchement des andésites supérieures peut être basée sur ce que, pas plus que les brèches andésitiques, celles-ci n'en renferment d'enclaves, alors qu'elles contiennent en abondance des fragments de roches du sous-sol primitif (gneiss, micaschistes, granites). Ce n'est là, il est vrai, qu'un argument négatif, mais une preuve positive est fournie par l'existence d'une forme de bordure, observée dans le gabbro essexitique de la Font-des-Vaches, aussi bien au contact de la brèche andésitique que du trachyte phonolitique du Griounot. Un argument, qu'on peut enfin apporter en faveur de l'âge très récent de toutes ces roches, réside dans leur fraîcheur, qui contraste avec l'état d'altération de la plupart des roches volcaniques qui les entourent (2).

---

(1) Cette roche a été désignée par M. Fouqué sur la feuille d'Aurillac sous le nom de basalte porphyroïde.

(2) Les trachyandésites miocènes ont leurs feldspaths damouritisés, leur augite calcifiée et chloritisée; ils sont imprégnés de quartz et de pyrite; enfin ils sont localement riches en *épidote;* c'est le seul exemple que je connaisse de l'existence de ce dernier minéral dans une roche volcanique du Massif central.

Les andésites supérieures sont souvent imprégnées de calcite et de quartz; celle qui est traversée (sur le flanc de la Montagne Blanche) par le sentier allant du Griou à Serriès est localement très décomposée et renferme de fort beaux cristaux d'améthyste.

Voyons maintenant quelle est la composition minéralogique de ces roches grenues. Elles sont toutes constituées par les mêmes éléments, qui offrent les mêmes caractères : augite (devenant violacée dans les types basiques), biotite, plagioclases, orthose, avec accessoirement apatite et titanomagnétite; quelques-unes d'entre elles peuvent renfermer en outre, et en proportion importante, de l'olivine, une amphibole brune barkévicitique, de la néphéline et de la sodalite, partiellement transformées en muscovite et en produits colloïdes.

La monzonite à biotite en place a l'apparence d'un granite à grain moyen. Les phénocristaux d'augite automorphe sont frangés sur leurs bords, qui englobent des feldspaths. La biotite est ponctuée de magnétite; des cristaux d'olivine, souvent transformés en un mélange de magnétite, de talc et de calcite, sont entourés par un agrégat de biotite et d'augite. Les plagioclases sont très zonés; ils vont du labrador-bytownite à l'oligoclase, avec le labrador comme type dominant. Les éléments colorés ont une tendance à se grouper par taches. Tantôt l'orthose cercle le plagioclase en s'orientant sur lui et tantôt elle forme des grains associés à une nouvelle génération de biotite et d'augite, ce qui conduit à la structure microgrenue; celle-ci n'est cependant pas apparente extérieurement.

La forme de bordure est une roche noire, compacte, riche en pyrite; quelques phénocristaux de plagioclases frangés et d'augite sont enveloppés dans un mélange microgrenu d'orthose, de plagioclases, de grains de pyroxène et de lamelles pœcilitiques de biotite. La structure est franchement microgrenue. On constate la trace de phénomènes mécaniques (plagioclases brisés, traversés par des veinules d'augite; réunion de granules d'augite occupant la place de grands cristaux), probablement contemporains de la mise en place.

Les roches n'existant qu'en blocs errants me paraissent devoir être considérées comme des facies de variation de la monzonite qui vient d'être décrite, plutôt que comme constituant des individualités géologiques distinctes. On peut y reconnaître deux types; le moins abondant est formé par une roche blanche à grands éléments, dans laquelle se distinguent à l'œil nu quelques cristaux de sphène, d'amphibole et d'augite, disséminés dans des feldspaths blancs, parmi lesquels domine de beaucoup l'orthose faculée d'anorthose; le plagioclase est du labrador; il existe en petite quantité de la néphéline et de la sodalite.

Deux variétés structurelles sont à considérer; dans l'une, des cristaux automorphes de labrador, de hornblende et de biotite sont enveloppés dans

de grandes plages d'orthose; c'est la structure de la monzonite du Tyrol; de petites cavités miarolitiques renferment des cristaux de calcite et d'analcime. Un second type présente une structure porphyroïde plutôt que porphyrique. L'orthose est grenue, formant une pâte à gros grains, qui contient en outre un peu de sodalite et de néphéline et englobe quelques gros cristaux de labrador; de grandes plages pœcilitiques, de hornblende et de sphène s'observent çà et là [1].

Les roches de couleur foncée sont plus fréquentes que les précédentes; là encore deux types sont à distinguer. L'un est un *gabbro à olivine*, avec feldspaths (labrador-bytownite cerclé d'orthose) un peu aplatis, associés à une petite quantité de feldspathoïdes; l'autre ne contient pas d'olivine, mais est amphibolique et renferme de grandes lames de biotite pœcilitique, régulièrement distribuées et atteignant $1^{cm},5$ de diamètre. Cette roche, qui contient en outre des proportions variables d'orthose et de feldspathoïdes, passe comme la précédente à l'essexite.

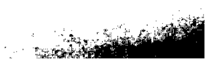
C'est du type à olivine qu'il faut rapprocher la roche en place à la Font-des-Vaches, mais, au lieu de présenter uniformément la structure grenue ou d'évoluer vers la structure microgrenue, comme les roches précédentes, ce *gabbro essexitique* passe insensiblement sur les bords du dyke à un basalte à feldspaths, semblable au basalte semi-ophitique du Mont-Dore. Certains échantillons du type grenu sont particulièrement riches en orthose et en néphéline, ils contiennent en outre de l'augite ægyrinique et de petites aiguilles d'ægyrine. L'existence de ce basalte semi-ophitique comme forme de bordure d'une essexite présente un certain intérêt, car elle permet d'expliquer l'origine des blocs essexitiques, qui se rencontrent à l'état errant au voisinage du basalte semi-ophitique de la Banne d'Ordanche, au Mont-Dore, et qui, jusqu'à présent, n'ont pu être trouvés en place.

Je donne ci-après les analyses de ces roches grenues faites par M. Pisani; j'y joins celles de deux roches volcaniques en place qui les avoisinent.

Fournol : *a*. Filon d'andésite, contact aval; *b*. Monzonite à facies syénitique; *c*. Andésite à labrador (près du Griou); *d*. Micromonzonite, contact amont; *e*. Monzonite en place; *f*. Gabbro essexitique à olivine; *g*. Gabbro essexitique à biotite et hornblende; Font-des-Vaches : *h* et *i*. Gabbros essexitiques à olivine (*i*, type le plus néphélinique).

---

(1) Cette structure du sphène est fort remarquable; elle est comparable à celle que j'ai décrite antérieurement dans un granite endomorphe du lac de Caillaouas (*Hautes-Pyrénées*).



	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.	h.	i.
SiO^2..	57,60	54,61	53,85	53,21	51,25	48,51	47,15	49,10	46,31
Al^2O^3..	16,83	19,20	16,21	18,40	16,97	16,08	17,41	15,75	14,90
Fe^2O^3.	0,84	2,96	4,11	1,22	2,95	2,48	4,63	1,00	1,77
FeO...	4,16	2,91	4,70	4,69	5,85	7,66	4,62	8,80	8,98
MgO..	1,90	1,02	3,35	2,50	3,98	5,32	4,96	6,35	8,15
CaO...	5,21	4,70	7,81	6,72	7,45	8,57	10,10	8,56	9,51
Na^2O..	4,45	5,00	3,75	4,32	4,36	4,02	3,40	4,47	4,06
K^2O...	3,82	4,36	2,22	2,54	2,56	2,60	2,60	1,91	1,62
TiO^2..	2,28	1,92	2,60	2,33	3,25	3,07	3,13	2,92	3,00
P^2O^5..	0,37	tr.	0,64	0,32	0,43	0,23	0,39	0,22	0,32
FeS^2...	1,93	»	»	2,95	»	»	»	»	»
H^2O...	1,50	3,25	1,25	1,76	1,25	1,25	2,50	0,75	1,38
	100,89	99,93	100,48	100,96	100,30	99,79	100,89	99,83	100,00

Je ne donne ces résultats que comme documents, la discussion des relations magmatiques de ces diverses roches étant réservée pour le travail d'ensemble sur les roches des massifs volcaniques du Plateau central, que nous préparons, M. Michel Lévy et moi. Je ferai remarquer cependant combien leur air de famille est net [*a* et *b* = akérose (II. 5.2.4); *e* à *g* = andose (II. 5.3.4); *h* et *i* = limburgose (II. 6.3.4)].

Il est intéressant en particulier de noter l'analogie de composition chimique, existant entre la monzonite en place à Fournol et l'andésite supérieure la plus voisine du Griou.

PATHOLOGIE. — *L'émétique d'aniline dans le traitement des trypanosomiases.* Note de M. A. Laveran.

Malgré les grands progrès accomplis depuis quelques années dans le traitement des trypanosomiases, et en particulier de la trypanosomiase humaine ou maladie du sommeil, il n'est pas douteux qu'il y a lieu de rechercher des médicaments plus actifs encore que ceux que nous possédons.

J'ai mis en expérience, sur des animaux infectés de différentes trypanosomiases, plusieurs médicaments nouveaux; l'un deux, l'émétique d'aniline, m'a donné des résultats encourageants, et je crois devoir le signaler à l'attention des observateurs.

L'émétique d'aniline a été préparé, pour la première fois, par C.-S. Evans qui l'a obtenu sous la forme cristalline; la composition indiquée par

F.-W. Clarke se rapporte à un sel anhydre, renfermant 31,74 pour 100 d'antimoine ([1]).

Mon savant collègue de l'Académie de Médecine, M. Yvon, a repris l'étude de l'émétique d'aniline et il se propose de publier ultérieurement les résultats des recherches qu'il poursuit à ce sujet. Depuis plusieurs mois il a mis très aimablement à ma disposition de l'émétique d'aniline sous forme de beaux cristaux blancs. Ces cristaux sont hydratés et renferment seulement 30,22 pour 100 d'antimoine; ils sont solubles dans moins de sept fois leur poids d'eau à la température de + 15°.

Mes expériences ont été faites sur des cobayes infectés avec différents trypanosomes. L'émétique d'aniline en solution aqueuse a été employé en injections hypodermiques; ces injections faites dans les muscles des cuisses n'ont jamais déterminé d'accidents locaux chez les cobayes.

Les cobayes de 500^g environ supportent bien la dose de 2^{cg},3 d'émétique d'aniline en injection hypodermique; c'est la dose que j'ai presque toujours employée ([2]). La dose de 3^{cg}, quand elle n'est pas mortelle, donne lieu à un amaigrissement très marqué qui oblige à interrompre rapidement le traitement. La dose de 4^{cg} est très toxique pour les cobayes de 500^g.

Les cobayes infectés avec *Tr. Evansi*, *Tr. gambiense*, *Tr. Pecaudi* ou *Tr. soudanense* ont été traités les uns avec l'émétique d'aniline seul, les autres avec l'émétique d'aniline et le dérivé acétylé de l'atoxyl ou acétylarsinate de sodium qui a été introduit par Ehrlich dans la thérapeutique des trypanosomiases. C'est la médication mixte qui a été employée le plus souvent.

J'ai signalé à plusieurs reprises les avantages des médications mixtes dans le traitement des trypanosomiases, je crois inutile de revenir sur cette question.

Trois cobayes de 500^g à 600^g, infectés par *Tr. Evansi*, *Tr. gambiense* ou *Tr. Pecaudi*, ont été traités par l'émétique d'aniline seul. Ils ont reçu chacun, à 3 ou 4 jours d'intervalle, cinq doses du médicament. Les trypanosomes, qui étaient nombreux ou très nombreux au moment où le traitement a été institué, ont disparu rapidement après la première injection et ils n'ont pas reparu depuis plus de 3 mois.

Quatre cobayes de 500^g à 600^g, infectés, deux par *Tr. Evansi*, les deux autres par *Tr. gambiense*, ont reçu chacun quatre doses d'émétique d'aniline et quatre doses du

([1]) F.-W. Clarke, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 1540, Berlin, 1882.

([2]) La dose maniable d'émétique de sodium ou de potassium pour des cobayes de 500^g environ est de 1^{cg},50.

dérivé acétylé de l'atoxyl ; les deux médicaments ont été donnés par la voie hypodermique, en alternant et en laissant un intervalle de 3 à 4 jours entre les injections. Le dérivé acétylé de l'atoxyl a été donné à la dose de 2^{cg}.

Les quatre cobayes sont guéris; les trypanosomes ont disparu du sang depuis plus de 3 mois.

Six cobayes de 500^g à 600^g, infectés, quatre par *Tr. Evansi*, un par *Tr. Pecaudi,* le dernier par *Tr. soudanense,* ont été traités comme les précédents, mais ils n'ont reçu que trois doses de chaque médicament. Quatre de ces cobayes sont guéris; les trypanosomes ont disparu du sang depuis plus de 3 mois, les deux autres ont eu des rechutes qui ont nécessité un deuxième traitement dont les effets ne peuvent pas encore être appréciés.

A ma demande, M. Yvon a fait parvenir une petite provision d'émétique d'aniline à M. le Dr Thiroux, qui a créé au Sénégal, près de Saint-Louis, un village de ségrégation pour les noirs atteints de la maladie du sommeil. M. Thiroux s'est empressé de mettre en expérience le nouveau médicament et il m'a fourni déjà des renseignements très intéressants sur les premiers résultats qu'il a obtenus.

L'émétique d'aniline est moins toxique (pour l'homme comme pour le cobaye) que l'émétique de potassium; M. Thiroux a pu donner, en injections intra-veineuses [1], à des malades encore vigoureux, 25^{cg} à 30^{cg} du médicament, sans produire d'accidents, alors qu'avec l'émétique de potassium on ne peut guère dépasser 12^{cg}; ces fortes doses ne sont d'ailleurs pas nécessaires pour obtenir de bons effets.

Une dose de 15^{cg} suffit, chez un homme adulte, pour faire disparaître les trypanosomes du sang; M. Thiroux conseille la dose de 20^{cg} chez les malades encore vigoureux, la dose de 10^{cg} chez les cachectiques.

L'émétique d'aniline semble agir sur le liquide céphalo-rachidien plus rapidement que l'atoxyl; deux malades qui commençaient à dormir ont vu disparaître l'hypnose après une injection de 15^{cg}.

Les résultats immédiats du traitement de la trypanosomiase humaine par l'émétique d'aniline sont donc très satisfaisants. Ces résultats seront-ils durables? L'épreuve du temps sera indispensable pour répondre à cette question.

---

(1) Les injections hypodermiques produisent chez l'homme des accidents locaux de même que les injections hypodermiques des solutions d'émétique de sodium ou de potassium. Il y aura lieu de voir si l'émétique d'aniline peut être administré par la voie gastrique.

NOMINATIONS.

M. G. **Lemoine** annonce à l'Académie que l'inauguration du buste de M. *Peron*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Minéralogie, aura lieu à Auxerre le 3 octobre prochain.

L'Académie délègue M. G. **Lemoine** pour la représenter à cette cérémonie.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Le mouvement brownien de rotation*. Note de M. **Jean Perrin**, transmise par M. J. Violle.

Il suffit d'observer un instant le mouvement brownien de granules microscopiques pour voir que ces granules tournent irrégulièrement sur eux-mêmes en même temps qu'ils se déplacent (réserve faite pour ceux qui sont sphériques, dont on ne peut affirmer la rotation, faute de repères).

Ce tournoiement irrégulier, qu'on peut appeler *mouvement brownien de rotation*, n'a encore fait l'objet d'aucune étude expérimentale. Il s'explique aisément dans la *Théorie cinétique* où il se présente comme un effet des chocs moléculaires sur les granules, chocs dont l'action, à chaque instant équivalente à l'ensemble d'un couple et d'une force, doit faire tourner le granule (même s'il est sphérique), aussi bien que le déplacer. De façon plus précise, à température fixée, tout granule doit s'agiter de façon que son énergie de rotation et son énergie de translation aient la même valeur moyenne, d'ailleurs indépendante de la taille du granule et égale à l'énergie moyenne de translation d'une molécule isolée. [Théorème de l'*Équipartition de l'Énergie* (1).]

Partant de ces propositions, Einstein a réussi (2), au cours de ses très belles recherches théoriques sur la Thermodynamique et le mouvement brownien, à montrer que la rotation d'un grain *sphérique* de rayon a, placé dans un fluide de viscosité ζ et de température absolue T, doit satisfaire à l'équation

$$\alpha^2 = \tau \frac{RT}{N} \frac{1}{4\pi\zeta a^3},$$

(1) Maxwell, Boltzmann, Gibbs, Jeans, Langevin, etc.

(2) *Ann. der Physik*, t. XIX, 1906, p. 371.

R étant la constante des gaz parfaits, N la constante d'Avogadro (nombre de molécules par molécule-gramme), et α^2 le carré moyen de la rotation, en un temps τ, relativement à un axe arbitraire.

J'ai pu soumettre cette équation, et par suite les hypothèses dont elle dérive, au contrôle de l'expérience.

Les mesures sont impossibles sur les grains sphériques ordinairement observés, dont la taille ne dépasse guère le micron, et j'ai dû tout d'abord préparer des grains beaucoup plus gros. J'y ai réussi de la façon suivante, qu'on s'explique en étendant aux grains amorphes de résine ce qu'on sait de l'apparition et du grossissement de germes cristallins en solution sursaturée : au lieu de précipiter brusquement par un grand excès d'eau la résine (gomme-gutte ou mastic) d'une solution alcoolique, comme on fait pour avoir une émulsion, j'ai fait arriver très lentement de l'eau sous la solution alcoolique par un entonnoir à pointe effilée. Les grains qui se forment alors dans la zone où les deux liquides se mélangent par diffusion atteignent couramment un diamètre d'une douzaine de microns avant de tomber au fond de l'eau, d'où on les retire par décantation. Ce sont des billes transparentes qui se brisent facilement en fragments irréguliers. Elles sont exactement sphériques, mais on voit souvent à leur intérieur de petits défauts ou de petites inclusions qui m'ont précisément donné les repères dont j'avais besoin pour constater et mesurer les rotations.

Ces gros grains, environ 100000 fois plus lourds que les premiers grains dont j'ai pu montrer qu'ils se répartissent comme un gaz pesant, se maintiennent si près du fond de la préparation où on les observe que leur agitation se trouve gênée, et parfois arrêtée, par des phénomènes d'adhésion. Pour éviter cela, j'ai cherché, par dissolution d'un corps approprié, à donner au liquide intergranulaire une densité sensiblement égale à celle des grains.

Une complication se manifeste alors, complication d'ailleurs instructive, qui consiste en ce que, à la dose nécessaire, presque tous les corps ainsi ajoutés *agglutinent* les grains les uns aux autres; sous leur influence, on voit les grains étudiés se disposer en amas, semblables à des grappes de raisin, ou même à des empilements réguliers de boulets. C'est, à une plus grande échelle, le phénomène connu de la COAGULATION, difficile à saisir dans le détail sur les solutions colloïdales ordinaires à grains ultramicroscopiques. Ce résultat simple et direct enlève de la vraisemblance à l'hypothèse, quelquefois soutenue, suivant laquelle les grains d'un coagulum seraient liés les uns aux autres sans être au contact.

Après divers essais, j'ai enfin trouvé dans l'urée une substance d'un pouvoir coagulant assez faible pour permettre les observations. Dans une solution d'urée à 27 pour 100, certains grains de mastic restent au fond, d'autres à la surface, et quelques-uns enfin flottent entre deux eaux. Le mouvement brownien de translation se retrouve alors sur ces grains, et on les voit très

bien tourner, grâce aux points de repère dont j'ai parlé. La viscosité du liquide intergranulaire valait 1,28 fois celle de l'eau pure.

Je me suis d'abord assuré que la translation irrégulière avait bien la grandeur prévue (voir ce Volume, p. 478) et j'ai en effet trouvé $2^{\mu},35$ au lieu de $2^{\mu},50$ comme déplacement horizontal moyen par minute pour une sphère ayant $11^{\mu},5$ de diamètre. J'ai alors mesuré des rotations.

Pour cela, je pointais à intervalles de temps égaux la position de défauts dont j'avais pu mesurer la distance au centre, ce qui permet ensuite, à loisir, de fixer quelle était l'orientation de la sphère à chacun de ces instants, et de calculer approximativement sa rotation d'un instant à l'autre. Les calculs numériques, appliqués à environ 200 mesures d'angle faites sur des sphères ayant 13^{μ} de diamètre, m'ont donné pour N, par application de la formule d'Einstein, la valeur 65.10^{22} alors que la valeur probablement exacte (p. 479 de ce Volume) est $70,5.10^{22}$. En d'autres termes, si l'on part de cette dernière valeur de N, on prévoit, en degrés, pour $\sqrt{\alpha^2}$ par minute, la valeur

$$14^{\circ}$$

et l'on trouve expérimentalement

$$14^{\circ},5.$$

La concordance est aussi bonne que peut le permettre l'approximation des mesures et des calculs. Cette concordance est d'autant plus frappante qu'on ignorait *a priori* même l'ordre de grandeur du phénomène étudié. De plus en plus il semble que, pour tous les points essentiels, l'hypothèse moléculaire cinétique trouve une base expérimentale solide dans l'étude du mouvement brownien.

PHYSIQUE. — *L'électro-diapason*. Note de M. **A. Guillet**, présentée par M. Villard.

I. J'ai recherché :

1° Comment les organes de l'entretien électrique *direct* des vibrations d'un diapason doivent être construits et disposés pour que l'invariabilité de l'amplitude soit assurée;

2° Comment varie l'amplitude avec les nombreux facteurs dont elle est fonction.

Il suffit, ayant intercalé un ampèremètre très sensible dans le circuit d'entretien et fixé un miroir sphérique sur l'extrémité de l'une des branches du diapason, de lire les indications de l'ampèremètre et de relever à la règle transparente les valeurs correspondantes de l'amplitude pour constater qu'à une *intensité donnée* I du courant d'excitation de l'électro, le diapason étant

au repos, correspond une infinité de valeurs pour l'*intensité apparente* i de ce courant, lorsque le diapason est en marche, et pour l'amplitude $a = f(i)$ de la vibration. L'amplitude croît d'abord très rapidement avec i, passe par un maximum Δ au voisinage de $2i = I$, puis diminue. Lorsque $2i$ dépasse notablement I, l'électro-diapason cesse de fonctionner.

Comme les valeurs de i dépendent de celles des *phases* auxquelles le courant est établi, puis supprimé, il faut, pour fixer l'amplitude, prévenir toute variation de ces phases; alors le système des forces intervenant dans l'entretien sera reproduit identiquement à lui-même et appliqué aux branches dans la même région de leur mouvement.

Les pôles du contact commandé par le diapason doivent donc être soustraits à tout *déplacement relatif spontané*.

J'ai construit divers *contacts définis*. Je décrirai comme exemple un contact à fil tendu qui s'est parfaitement comporté dans les expériences de longue durée auxquelles il a été soumis :

Son *pôle mobile* est constitué par un fil métallique tendu entre les deux bras d'un petit étrier au moyen de deux vis traversant ces bras et s'engageant dans les écrous porte-pinces auxquels sont fixées les extrémités du fil; entre deux vis traversant les bras d'un second étrier, disposé au milieu du premier et perpendiculairement à son plan, est serré le *pôle fixe*, formé d'un cylindre de métal ou de charbon.

Une vis micrométrique permet de faire varier plus ou moins la position relative des deux pôles et par suite la phase d'excitation de l'électro. Le pôle mobile est rendu partiellement solidaire du diapason au moyen d'un lien souple (fil à coudre) en forme de V dont la base est arrêtée en deux points du fil métallique également distants de son milieu et le sommet serré sous la vis d'une borne plate fixée sur l'une des branches du diapason. La tension de la liaison est micrométriquement réglée au moyen d'une vis déplaçant, perpendiculairement au diapason, le chariot qui porte le corps du contact.

Comme une grande vitesse vibratoire du pôle mobile favorise les vibrations parasites et, par suite, les perturbations de phases à éviter, c'est au voisinage de la région de raccordement des branches que le contact doit être placé; et cela contrairement à un usage imposé par les imperfections mécaniques du contact heurtant, d'un emploi presque exclusif, et l'impossibilité de maintenir réalisée avec lui, en une région où l'amplitude est trop réduite, la condition de fonctionnement indiquée plus haut.

Avec un contact défini disposé comme il vient d'être dit, on amène sans hésitation le courant à une intensité donnée et, en répétant l'opération, on constate que, toujours, le spot reprend la même position sur la règle transparente et s'y maintient. On évite l'usure du contact en supprimant les étincelles au moyen d'un condensateur de capacité convenable en dérivation sur la coupure.

Pour permettre le montage rapide d'électros différents, j'ai construit un chariot constitué par deux V renversés l'un par rapport à l'autre entre lesquels est engagé puis serré, après centrage, l'électro à employer. Le chariot coulisse le long d'une fente à bord divisé pratiquée dans le banc qui supporte le diapason, et est arrêté dans la position qu'il doit occuper à l'aide d'une vis à large base prenant appui sur la face inférieure du banc.

II. Pour un électro-diapason et une force électromotrice donnés, la déviation maximum Δ dépend :

1° De la distance l de l'électro au raccordement des branches;

2° De l'intensité I du courant d'entretien;

3° De l'aimantation initiale du circuit magnétique formé par le diapason et le noyau de l'électro. On fait varier cette aimantation au moyen d'un courant permanent passant dans un enroulement auxiliaire de l'électro.

En ce qui concerne l'influence de l et de I on peut, dans la pratique et entre de larges limites, calculer Δ par la formule $\Delta = klI$; mais les courbes de variations de Δ avec l et I doivent être tracées soigneusement si l'on a besoin de précision.

Avec un électro à deux enroulements (385 et 525 spires, par exemple), et pour une même intensité statique I, la déviation $\Delta_1 + 2$ due à l'ensemble des deux bobines est égale à la somme des déviations Δ_1 et Δ_2 relatives à chacune des bobines.

L'amplitude Δ augmente avec l'aimantation initiale du circuit magnétique, passe par un maximum pour une aimantation initiale de ce circuit bien déterminée et indépendante de I, puis diminue. Comme la multiplication de Δ est d'autant plus grande que I est plus faible, il devient possible, en présence de l'aimantation initiale, d'entretenir le mouvement avec un courant de 3 centi-ampères et une force électromotrice de quelques volts, dans des conditions où l'entretien habituel exige un courant environ cinq fois plus intense. On observerait évidemment des faits analogues dans le système microphone-téléphone.

En opposant l'aimantation initiale à celle que produit le courant I, l'amplitude Δ diminue rapidement et il devient impossible d'entretenir le mouvement du diapason pour une aimantation notablement inférieure à celle, de sens contraire, qui produit le maximum d'effet favorable.

Comme une théorie de l'entretien direct a été fondée sur le retard à l'établissement du courant, il était naturel de supposer que Δ varierait avec la self-induction du circuit. Or, si l'on insère dans le circuit un électro à deux enroulements identiques, on constate que la déviation reste sensiblement la même lorsque les deux enroulements ajoutent ou retranchent leurs effets; il y a cependant un léger avantage à les opposer.

Avec un contact unilatéral, constitué par une ancre légère à cheval, sans jeu sensible, sur une pièce plate dont l'une des faces est isolante, portée par le diapason, le circuit, en vertu de l'inertie, n'est fermé qu'au retour des

branches vers l'électro, c'est-à-dire lorsque la face conductrice pousse l'ancre. La déviation est alors plus grande qu'avec un contact ordinaire fermant le circuit à l'aller et au retour (¹).

Ces données expérimentales, qui précisent par leur ensemble la technique de l'électro-diapason, devront être expliquées par une théorie complète, encore à établir, de l'entretien direct du mouvement des corps vibrants.

Les facteurs mécaniques (fréquence, amortissement), sont aussi à considérer lorsqu'on se propose de construire un électro-diapason en vue d'une application déterminée (²).

THERMOCHIMIE. — *Thermochimie de quelques composés phosphorés.* Note (³) de M. P. Lemoult, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les déterminations des chaleurs de combustion et de formation des composés phosphorés organiques n'ont point encore été tentées jusqu'ici, bien que le phosphore ait été très complètement étudié par M. Giran (*Ann. Ch. et Phys.*, 7ᵉ série, t. XXX, 1904, p. 214), au point de vue de son oxydation et des phénomènes consécutifs que subit P^2O^5 en présence de l'eau et bien que le phosphure gazeux PH^3 ait été, lui aussi, soumis à la combustion dans la bombe calorimétrique (Lemoult, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 374).

J'ai montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 511) qu'on pouvait réaliser complètement dans l'oxygène comprimé la combustion des corps phosphorés en ayant soin de placer à côté d'eux un peu d'azotate de potassium pour rendre complète l'oxydation du phosphore; toutefois la décomposition de l'azotate de potassium dans ces conditions est difficile à préciser au point de vue thermique, et, pour éviter l'indécision qui en résulterait, il me paraît préférable de supprimer l'azotate. On sait (*loc. cit.*) que dans ces conditions une partie minime du phosphore échappe à la combustion et reste sous forme de petites taches noires; par suite, une légère erreur par défaut entache les résultats thermiques obtenus; je n'ai pu jusqu'ici l'éviter, mais elle peut être évaluée, car elle correspond à environ 30^{Cal} sur un total qui peut toujours atteindre au moins 5000^{cal} à 6000^{cal}.

Le phosphore brûlé passe à l'état de P^2O^5 qui, en présence de l'eau, donne les trois acides phosphoriques, comme je l'ai vérifié par la méthode de MM. Berthelot et André (*Ann. Ch. et Phys.*, 7ᵉ série, t. XI, p. 185). Il

(¹) G. Lippmann, *Séances de la Société française de Physique*, avril 1885.

(²) A. Guillet, *Intervention de l'amortissement dans l'essai des métaux* (*Revue de Métallurgie*, 1909).

(³) Présentée dans la séance du 20 septembre 1909.

semble donc, pour établir le bilan thermique du phénomène, nécessaire de connaître les quantités respectives d'ortho-, de pyro- et de métaphosphorique, et cette détermination compliquerait notablement les opérations; heureusement on peut s'en passer. Si en effet on se reporte aux nombres donnés par M. Giran (*loc. cit.*) pour les chaleurs de formation des trois acides, on constate que 1^{mg} de phosphore blanc brûlant, puis se dissolvant dans l'eau à l'état d'acide ortho, pyro ou méta dégage

$$6^{Cal},6129, \quad 6^{Cal},542, \quad 6^{Cal},513,$$

c'est-à-dire des quantités de chaleur très voisines. Comme d'autre part la quantité d'acide ortho est toujours fortement prépondérante, on peut, sans grande erreur, prendre le chiffre qui correspond à la formation de cet acide dissous dans l'eau (par exemple, l'acide ortho correspondant à $0^g,3513$ de $P^2O^7Mg^2$, la totalité des acides phosphoriques correspondait à $0^g,4096$ de $P^2O^7Mg^2$; le premier atteignait donc 85 pour 100 du total).

Grâce à cette circonstance, les opérations thermiques ne présentent aucune complication excessive; la combustion se fait comme d'ordinaire et les eaux de lavage réunies sont partagées en deux fractions pour le dosage de l'acide phosphorique et de l'acide nitrique qui intervient dans les calculs. Les essais ont été faits tout d'abord avec la triphénylphosphine; cinq combustions différentes sur des poids variables entre $0^g,3$ et $1^g,1$ ont donné les nombres suivants, rapportés à 1^g :

$$9488^{cal},4, \quad 9467^{cal},8, \quad 9472^{cal},5, \quad 9489^{cal},6 \quad \text{et} \quad 9485^{cal},3,$$

dont la moyenne est $9480^{cal},7$; on en déduit :

$$Q_{vc} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2483^{cal},95$$
$$Q_{pc} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 2480^{cal},7$$

et pour la chaleur de formation à partir des éléments $+ 382^{Cal},2$.

L'étude du gaz PH^3 m'a donné pour chaleur de combustion de ce corps $Q_{pc} = 311^{cal},2$ (*loc. cit.*); le rapprochement de ce nombre et de celui qui est relatif à la triphénylphosphine $2480^{cal},7$ donne quelques conséquences importantes :

1° On voit en effet que le remplacement des 3 atomes d'hydrogène du PH^3 par 3 groupes C^6H^5 augmente la chaleur de combustion de $2169^{cal},5$, soit, pour chaque groupe, $723^{cal},2$; or de nombreuses déterminations faites sur des composés non phosphorés ont montré que cette substitution donne en moyenne une augmentation de 722^{cal} environ, c'est-à-dire pratiquement la même.

2° D'autre part, j'ai montré que chaque atome d'hydrogène apporte dans

les composés qu'il forme $\frac{55}{2}$ cal., tandis que l'appoint de chaque atome de carbone s'élève à 102^{cal}; dès lors, on en conclut aisément : 1° que l'appoint de l'atome de phosphore dans PH^3 est de $228^{cal},7$; 2° que l'appoint du même atome de phosphore dans la triphénylphosphine est de $232^{cal},2$. Ces deux nombres sont extrêmement voisins l'un de l'autre et il est alors permis d'admettre que l'appoint de l'atome de phosphore dans un composé organique est comme ceux des autres atomes (carbone, hydrogène, azote, etc.) invariable et bien voisin de $230^{cal},5$.

3° Comme le phosphore métalloïdique dégage, en brûlant, pour former PO^4H^3 dissous, $308^{cal},5$, la différence entre ces deux valeurs, soit 78^{cal}, indique la quantité de chaleur qu'emmagasine un atome de phosphore emprunté à une molécule organique complexe quand il la quitte pour venir faire partie intégrante de la molécule de phosphore blanc; si cette molécule est supposée contenir 4 atomes, on voit, conformément au langage dont j'ai donné plusieurs fois l'explication, que la chaleur de formation de la molécule de phosphore à partir de ses atomes constituants est de -312^{cal}; elle est négative comme cela a lieu pour tous les autres corps simples combustibles: carbone, hydrogène, soufre, etc.

J'ai étudié également la triéthylphosphine, mais je n'ai pas pu réussir complètement à avoir des combustions satisfaisantes; quelles que soient les précautions prises, une partie de ce produit volatil échappe à la combustion et se retrouve dans l'eau de la bombe à l'état dissous; on peut l'évaluer et en tenir compte, mais cela laisse toujours une certaine incertitude sur le résultat; néanmoins on peut considérer comme très approchées les valeurs :

Q_{pc}..... $1249^{cal},7$ Chaleur de formation..... $+142^{cal},1$

qui donnent comme valeur d'appoint de l'atome de phosphore : $229^{cal},7$.

Enfin, j'ai brûlé dans la bombe calorimétrique deux composés phosphorés oxygénés, l'anilide et l'*o*-toluide orthophosphoriques, qui donnent respectivement :

	Q_{pc}.	Chaleur de formation.
$O = P(AzHC^6H^5)^3$..........	$2458^{cal},3$	$+168^{cal},6$
$O = P(AzH-C^6H^4-CH^3)^3$..	$2927^{cal},7$	$+189^{cal},1$

et par suite 107^{cal} pour appoint du groupe $P = O$ (moyenne entre 107,8 et 106,2).

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 OCTOBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Opere matematiche di* Francesco Brioschi. Tomo quinto ed ultimo. (Omaggio del Comitato per le onoranze a Francesco Brioschi.)

2° *Précis de Psychologie*, par William James, traduit par E. Baudin et J. Bertier.

3° *Dix-huit feuilles* de Cartes nouvellement éditées par le Service géographique de l'Armée.

4° *Le pyromètre thermo-électrique pour la mesure des températures élevées*, par M. H. Pécheux. (Présenté par M. Violle.)

5° *A History of Hindu Chemistry*, par Praphulla Chandra Ray, professeur de Chimie, Presidency College, Calcutta. (Présenté par M. Troost.)

6° *The decomposition and sublimation of ammonium nitrite*, du même auteur. (Présenté par M. Troost.)

7° Le Tome XI de la *Flore de France*, par G. Rouy. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Méthode permettant la mesure des températures effectives des étoiles. Premiers résultats.* Note de M. **Charles Nordmann**, transmise par M. B. Baillaud.

Je suis parvenu, au moyen du photomètre stellaire hétérochrome que j'ai déjà eu l'honneur de décrire à l'Académie, à aborder, d'une manière relativement simple, le problème encore pendant de la mesure des températures effectives des étoiles. J'ai déjà annoncé et défini antérieurement

l'utilisation pour cet objet de ce photomètre (*Rapport annuel de l'Observatoire de Paris pour* 1908, p. 21; *Bulletin astronomique*, avril 1909, p. 170-171).

Je rappelle que, dans cet appareil, on mesure dans les diverses régions du spectre l'éclat de l'étoile observée par rapport à une étoile artificielle réalisée au moyen d'un étalon secondaire électrique, et en interchangeant, sur le trajet commun des faisceaux des deux astres, une série d'écrans liquides monochromatiques. Il est facile de voir que, n étant le nombre des écrans utilisés (actuellement $n = 3$), il existe entre la température de l'astre observé et les données de l'appareil $\frac{n(n-1)}{2}$ relations distinctes. Pour simplifier cet exposé, il ne sera question que des mesures faites avec les écrans n° 1 (rouge) et n° 3 (bleu) que j'ai définis ailleurs [1].

J'ai fait avec cet appareil, sur les âmes de fours portés à diverses températures et sur l'arc électrique, une série de mesures entre 1400° et plus de 3600° absolus. Soient $T_A, T'_A, T''_A, \ldots$ les températures de ces sources, mesurées au moyen de pyromètres Féry étalonnés; soient R, R', R'', ... et B, B', B'', ... les intensités correspondantes des images mesurées respectivement à travers les écrans rouge et bleu de mon photomètre stellaire. En portant en abscisses les $\log\frac{R}{B}$ et en ordonnées les $\frac{1}{T_A}$, on trouve que la courbe figurative est une ligne droite, comme il ressort du Tableau suivant, et comme le veut, dans ces limites, la loi du rayonnement monochromatique de Planck $\left(E = C\lambda^{-5}\frac{1}{e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1}\right)$:

		$\log\frac{R}{B}$.
Four Heræus	à 1408° absolus	+0,750
Four Mecker	à 1648° »	+0,526
Four Mecker	à 1705° »	+0,420
Cratère positif de l'arc	à 3616° »	−0,388

Le fait que les observations sont conformes à la loi de Planck, bien que les écrans liquides ne soient qu'à peu près monochromatiques, démontre ceci (que j'ai d'ailleurs vérifié directement par des mesures spectrophotométriques de la luminosité de ces écrans) : les longueurs d'onde effectives λ_R, λ_B correspondant aux deux écrans varient, il est vrai, avec les températures,

[1] Voir notamment *Bulletin astronomique*, janvier 1909.

mais toutes deux dans le même sens et de quantités très faibles; une compensation s'établit pratiquement entre les écarts respectifs de log R et log B par rapport à la loi théorique $\left(\text{de sorte que } \log\frac{R}{B} \text{ reste d'accord avec cette loi}\right)$.

Les mesures au spectrophotomètre de la luminosité de mes écrans m'ont en outre permis d'établir que, puisque la courbe figurative des $\log\frac{R}{B}$ est pratiquement conforme à la loi de Planck entre $T = 1408°$ A et $T = 3616°$ A, elle ne s'en écartera pas davantage, si cette loi est exacte, entre $T = 3616°$ A et $T = 100000°$.

Or non seulement cette loi a été démontrée rigoureusement par la théorie, mais elle a été vérifiée expérimentalement dans les limites les plus étendues, notamment dans les remarquables recherches de Rubens et de Kurlbaum. La variable dans cette loi est le produit λT; or ces physiciens ont vérifié, en particulier, en opérant sur de très grandes longueurs d'onde (de l'ordre de 51^{μ}), l'exactitude de la loi pour des valeurs de λT qui, avec les rayons visibles, c'est-à-dire dans le cas de mes recherches actuelles, correspondraient à des températures de l'ordre de 150000°.

J'ai fait en outre, sur le Soleil, une série de mesures avec mon appareil, notamment lors des très belles journées des 12 et 13 août dernier. Or les valeurs obtenues de $\log\frac{R}{B}$ correspondent sur la droite figurative des expériences précédentes, prolongée en appliquant la loi de Planck, *à une température effective du Soleil égale à* 5990° A. Ce nombre est tout à fait de même ordre que ceux qui ont été obtenus récemment par les méthodes actinométriques ou pyrhéliométriques habituelles (5773° d'après Wilson, 6200° d'après Scheiner, 5360° d'après Féry-Millochau). C'est la première fois, à ma connaissance, qu'on mesure la température effective solaire par des mesures différentielles, et faites uniquement dans le spectre visible. [Il convient d'ailleurs de rappeler que M. Le Chatelier a fait autrefois, et par une méthode toute différente, les premiers essais connus de pyrométrie optique du Soleil (1).]

Pour toutes les raisons précédentes, il semble qu'on doive accepter avec une certaine confiance, au moins en ce qui concerne l'ordre de grandeur,

(1) LE CHATELIER, *Journal de Physique*, 3e série, t. I, p. 185-205.

les résultats ci-dessous que j'ai obtenus par l'application de la même méthode aux étoiles.

Le Tableau suivant réunit les données relatives aux étoiles que j'ai mesurées le plus souvent depuis le début de ces recherches (1906). L'erreur relative probable sur le résultat est, il est facile de le montrer, proportionnelle à la température absolue indiquée; elle est de l'ordre de 8 pour 100 dans le cas du Soleil :

Nom de l'étoile.	$\log \frac{R}{B}$.	Température effective absolue.	Type spectral d'après Lockyer.	Type spectral d'après Harvard College.
ρ Persée	—0,230	2980°	Antarian	M *b*
ζ Céphée	—0,552	4610	Aldebarian	K
δ Céphée (min.)	—0,592	4950	Polarian	G
Soleil	—0,690	5990	Arcturian	G
γ Cygne	—0,710	6330	Polarian	F 8 G Péc.
δ Céphée (max.)	—0,788	7940	Polarian	G
γ Taureau	—0,806	8400	Procyonian	K
RX Hercule	—0,808	8500	Non classée	Non classée
Polaire	—0,844	9800	Polarian	F 8 G
α Lyre	—0,946	18500	Sirian	A
β Persée	—0,966	23800	Algolian	B 8 A
γ Lyre	—0,980	28600	Sirian	A
ε Persée	—0,986	31300	Crucian	B
δ Persée	—1,018	55600	Algolian	B 5 A
λ Taureau	—1,120	>60000	Taurian	B 3 A
Limite correspondant à $T_A = \infty$	—1,140	∞		

Tous ces résultats (y compris ceux relatifs à RX Hercule, qui est une étoile de septième grandeur) ayant été obtenus avec des lunettes de moins de 16^{cm} d'ouverture, il s'ensuit que la méthode est dès maintenant applicable à plusieurs milliers d'étoiles.

On sait que Sir Norman Lockyer, au moyen de considérations déduites notamment de l'aspect des *enhanced lines* dans les spectres stellaires, a cru pouvoir ranger ses différentes classes spectrales suivant un certain ordre de températures croissantes, sans qu'on eût d'ailleurs jusqu'ici de données sur l'ordre de grandeur de ces températures. Il est remarquable que les nombres du Tableau précédent sont, à peu d'exceptions près, rangés sensiblement dans l'ordre prévu par Sir Norman Lockyer, ce qui paraît, à cet égard, constituer une confirmation des vues profondes du célèbre astronome anglais.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation hypergéométrique.* Note de Mme **V. Myller-Lebedeff**, présentée par M. Appell.

En étudiant les solutions de l'équation hypergéométrique

$$x(1-x)\frac{d^2y}{dx^2}+[\gamma-(\alpha+1)x]\frac{dy}{dx}-\lambda(\alpha-\lambda)y=0, \tag{1}$$

définies dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$ et soumises à certaines conditions aux extrémités de cet intervalle, on parvient en supposant $\gamma > 0$, $1 > \alpha - \gamma + 1 > 0$, λ étant indéterminé, aux résultats suivants. Si l'on cherche les solutions réelles $\varphi(x)$ finies et ayant leur dérivée première finie au point $x = 0$ et satisfaisant au point $x = 1$ à la condition

$$\lim\left[\frac{(1-x)^{\alpha-\gamma+1}\dfrac{d\varphi}{dx}}{\varphi(x)}\right]_{x=1} = \mathrm{M}, \tag{2}$$

M étant une constante arbitraire $\neq 0$, on trouve que ces solutions sont en même temps solutions de l'équation intégrale

$$\varphi(x)x^{\frac{\gamma-1}{2}}(1-x)^{\frac{\alpha-\gamma}{2}} = -\lambda(\alpha-\lambda)\int_0^1 \mathrm{K}(x,\xi)\,\varphi(\xi)\xi^{\frac{\gamma-1}{2}}(1-\xi)^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}\,d\xi, \tag{3}$$

où $\mathrm{K}(x, \xi)$ est la fonction suivante :

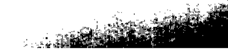
$$(4)\quad\begin{cases} \mathrm{K}(x,\xi) = -(x\xi)^{\frac{\gamma-1}{2}}[(1-x)(1-\xi)]^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}\left[\dfrac{1}{\mathrm{M}}+\displaystyle\int_1^{\xi}\frac{dx}{x^{\gamma}(1-x)^{\alpha-\gamma+1}}\right] \\ \qquad\qquad(\text{pour } x \leqq \xi), \\ \mathrm{K}(x,\xi) = -(x\xi)^{\frac{\gamma-1}{2}}[(1-x)(1-\xi)]^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}\left[\dfrac{1}{\mathrm{M}}+\displaystyle\int_1^{x}\frac{dx}{x^{\gamma}(1-x)^{\alpha-\gamma+1}}\right] \\ \qquad\qquad(\text{pour } x \geqq \xi); \end{cases}$$

$\mathrm{K}(x, \xi)$ satisfait pour $x = 0$ à la condition

$$\mathrm{K}(x,\xi) \sim x^{\frac{\gamma-1}{2}}\,\mathrm{E}(x), \tag{5}$$

$\mathrm{E}(x)$ étant finie avec sa dérivée première finie, et pour $x = 1$ à la condition

$$\lim\left\{\frac{(1-x)^{\alpha-\gamma-1}\dfrac{d}{dx}\left[x^{\frac{1-\gamma}{2}}(1-x)^{\frac{\gamma-\alpha}{2}}\mathrm{K}(x,\xi)\right]}{x^{\frac{1-\gamma}{2}}(1-x)^{\frac{\gamma-\alpha}{2}}\mathrm{K}(x,\xi)}\right\}_{x=1} = \mathrm{M}. \tag{6}$$



La fonction résolvante du noyau $K(x, \xi)$ est

$$\mathcal{K}(x, \xi) = \frac{2}{(\gamma-1)C}[y_1(\xi) + Cy_2(\xi)]y_1(x)(x\xi)^{\frac{\gamma-1}{2}}[(1-x)(1-\xi)]^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}$$
$$(\text{pour } x \leqq \xi),$$
$$\mathcal{K}(x, \xi) = \frac{2}{(\gamma-1)C}[y_1(x) + Cy_2(x)]y_1(\xi)(x\xi)^{\frac{\gamma-1}{2}}[(1-x)(1-\xi)]^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}$$
$$(\text{pour } x \geqq \xi),$$

où $y_1(x) = F(\alpha-\lambda, \lambda, \gamma, x)$ et $y_2(x) = x^{1-\gamma}F(\alpha-\lambda-\gamma+1, \lambda-\gamma+1, 2-\gamma, x)$ sont les solutions de l'équation (1), et où la constante C est déterminée par la condition (6) à laquelle la fonction résolvante $\mathcal{K}(x, \xi)$ doit satisfaire, à savoir

$$C = \frac{M\dfrac{\Gamma(\gamma)\Gamma(\gamma-\alpha)}{\Gamma(\gamma-\alpha+\lambda)\Gamma(\gamma-\lambda)} - \dfrac{\Gamma(\alpha-\gamma+1)\Gamma(\gamma)}{\Gamma(\alpha-\lambda)\Gamma(\lambda)}}{\Gamma(2-\gamma)\left[\dfrac{\Gamma(\alpha-\gamma+1)}{\Gamma(\lambda-\gamma+1)\Gamma(\alpha-\lambda-\gamma+1)} - M\dfrac{\Gamma(\gamma-\alpha)}{\Gamma(\lambda-\alpha+1)\Gamma(1-\lambda)}\right]}.$$

On voit que le dénominateur C de la résolvante s'annule pour les valeurs de λ satisfaisant à l'équation

$$\frac{\Gamma(\lambda)\Gamma(\alpha-\lambda)}{\Gamma(\gamma-\lambda)\Gamma(\gamma-\alpha+\lambda)} = \frac{1}{M}\frac{\Gamma(\alpha-\gamma+1)}{\Gamma(\gamma-\alpha)}.$$

Pour ces valeurs λ_i de λ, le numérateur de la résolvante se décompose en un produit de deux facteurs égaux

$$x^{\frac{\gamma-1}{2}}(1-x)^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}F(\alpha-\lambda_i, \lambda_i, \gamma, x)\,\xi^{\frac{\gamma-1}{2}}(1-\xi)^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}F(\alpha-\lambda_i, \lambda_i, \gamma, \xi),$$

qui sont par conséquent les fonctions caractéristiques du noyau $K(x, \xi)$ satisfaisant à l'équation (3). *On retrouve de cette manière les fonctions hypergéométriques orthogonales signalées par M. P. Appell* (*Comptes rendus*, 1879, p. 31) et qui peuvent être considérées comme une généralisation des polynomes de Jacobi.

On obtient ces polynomes en posant $M = 0$ dans les formules précédentes et en remplaçant (4) par

$$K(x, \xi) = (x\xi)^{\frac{\gamma-1}{2}}[(1-x)(1-\xi)]^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}\{f(x) - A\varphi(1)[f(x)+f(\xi)] + A[\psi(x)+\psi(\xi)] + 2A^2B\}$$
$$(x \leqq \xi),$$
$$K(x, \xi) = (x\xi)^{\frac{\gamma-1}{2}}[(1-x)(1-\xi)]^{\frac{\alpha-\gamma}{2}}\{f(\xi) - A\varphi(1)[f(x)+f(\xi)] + A[\psi(x)+\psi(\xi)] + 2A^2B\}$$
$$(x \geqq \xi),$$

où

$$f(x)=\int x^{-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-1}\,dx, \qquad \varphi(x)=\int x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha-\gamma}\,dx,$$

$$\psi(x)=\int \varphi(x)x^{-\gamma}(1-x)^{\gamma-\alpha-1}\,dx, \qquad A=\left[\int_0^1 x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha-\gamma}\,dx\right]^{-1},$$

$$B=\int_0^1 x^{\gamma-1}(1-x)^{\alpha-\gamma}\left[\int^x f(z)\,z^{\gamma-1}(1-z)^{\alpha-\gamma}\,dz\right]dx.$$

Ayant trouvé l'équation intégrale (3), on déduit de la théorie générale de M. D. Hilbert la possibilité de développer une fonction arbitraire d'après les fonctions hypergéométriques orthogonales et les conditions auxquelles la fonction arbitraire est soumise.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme et admet des singularités essentielles mobiles.* Note de M. **J. Chazy**, présentée par M. Painlevé.

L'intégrale générale de chacune des équations

$$(1) \qquad y''' = 2yy'' - 3y'^2,$$

$$(2) \qquad y''' = 2yy'' - 3y'^2 + \frac{4}{36-n^2}(6y'-y^2)^2 \qquad (n \text{ entier} > 6)$$

est uniforme : elle admet comme coupure essentielle une droite ou une circonférence variable avec les constantes d'intégration, et n'est définie que dans la région variable située d'un côté de la droite, à l'intérieur ou à l'extérieur de la circonférence. La théorie des groupes automorphes a mis en évidence des équations de la forme

$$y''' = \frac{3}{2}\frac{y''^2}{y'} + y'^3 F(y) \qquad [F(y) \text{ rationnel ou algébrique en } y],$$

dont l'intégrale générale est uniforme, et admet une ligne ou un ensemble parfait discontinu de points singuliers mobiles. La singularité est peut-être plus inattendue chez les équations (1) et (2).

Ces équations ne changent pas quand on prend pour nouvelle variable $\frac{Ax+B}{Cx+D}$ et qu'on remplace y par $\frac{AD-BC}{(Cx+D)^2}y - \frac{6C}{Cx+D}$, A, B, C, D désignant quatre constantes arbitraires : on prévoit par là que la théorie des groupes automorphes intervient dans leur intégration. Considérons l'équa-

tion hypergéométrique de Gauss

$$t(1-t)\frac{d^2z}{dt^2}+\left(\frac{1}{2}-\frac{7}{6}t\right)\frac{dz}{dt}-\frac{1}{4}\left(\frac{1}{36}-\frac{1}{n^2}\right)z=0 \qquad (n \text{ entier} > 6, \text{ ou } n=\infty),$$

et deux intégrales distinctes arbitraires de cette équation z et z_1. L'équation $x = z_1(t) : z(t)$ définit une fonction de Schwarz $t(x)$ qui admet comme coupure essentielle une droite ou une circonférence, et dont le triangle fondamental a comme angles $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{n}$. La fonction $\frac{6}{z}\frac{dz}{dx}$, admettant la même coupure, est une intégrale de l'équation (1) ou (2). L'équation (1) admet l'intégrale particulière $-\frac{6}{x+A}+\frac{C}{(x+A)^2}$, mais son intégrale générale est holomorphe dans la région où elle est définie. L'équation (2) admet les intégrales particulières $-\frac{6}{x+A}, \frac{n-6}{2}\frac{1}{x+A}-\frac{n+6}{2}\frac{1}{x+B}$: son intégrale générale est méromorphe dans la région où elle est définie, elle admet des pôles simples de résidus $\frac{n-6}{2}$.

On peut rattacher l'équation (2) à une équation aux dérivées partielles remarquable. Posons $y=\frac{n-6}{2}\frac{u'}{u}$, et rendons la fonction u homogène de degré $\frac{12}{6-n}$ par rapport à x et à une nouvelle variable x_1 : u vérifie l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}\frac{\partial^4 u}{\partial x_1^4}-4\frac{\partial^4 u}{\partial x^3\,\partial x_1}\frac{\partial^4 u}{\partial x\,\partial x_1^3}+3\left(\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\,\partial x_1^2}\right)^2=0. \tag{4}$$

La fonction $u(x)=(z)^{\frac{12}{n-6}}$, définie dans la même région que la fonction $t(x)$, et holomorphe dans cette région, est l'intégrale homogène de degré $\frac{12}{6-n}$ de l'équation (4). Pour $n = 2, 3, 4, 5$, les fonctions u obtenues par ce calcul se réduisent aux polynomes de degrés 3, 4, 6, 12, dont le covariant (4) est identiquement nul, et qui s'introduisent dans la théorie des polyèdres réguliers.

Les fonctions $u(x)$ sont des fonctions thêtafuchsiennes, ou analogues à des fonctions thêtafuchsiennes, et M. Poincaré les a signalées à ce point de vue. Par les substitutions $\left(x, \frac{\alpha_i x+\beta_i}{\gamma_i x+\delta_i}\right)$ d'un groupe infini dont le polygone fondamental est un triangle d'arcs de cercle d'angles $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{n}$, la fonction u se reproduit multipliée par $(\gamma_i x+\delta_i)^{\frac{12}{n-6}}$; l'exposant est, en général, frac-

tionnaire, et non entier pair comme pour les fonctions thêtafuchsiennes.

Pour un choix particulier des intégrales z et z_1, la fonction $u(x)$ coïncide avec la fonction $Z(x)$ formée par Halphen pour résoudre en fonctions uniformes l'identité

$$X^2 + Y^3 + Z^n = 0.$$

Les fonctions uniformes solutions de l'identité

$$X^m + Y^n + Z^p = 0,$$

m, n, p étant trois entiers positifs tels que la somme $\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{1}{p}$ soit plus petite que 1, ont permis à Halphen d'intégrer différents systèmes d'équations différentielles, qui jouissent d'une propriété d'invariance analogue à celle des équations (1) et (2), et dont l'intégrale générale a aussi une coupure circulaire mobile. Le plus simple avait été indiqué par M. Darboux :

$$(5) \qquad y'_2 + y'_3 = y_2 y_3, \qquad y'_3 + y'_1 = y_3 y_1, \qquad y'_1 + y'_2 = y_1 y_2.$$

L'équation (1) est l'équation transformée de ce système en $y_1 + y_2 + y_3$.

Les équations (1) et (2) sont intéressantes encore au point de vue de la notion de *simplifiée*, introduite par M. Painlevé dans l'étude des équations différentielles. La simplifiée d'une équation du deuxième ou du troisième ordre, dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes, est l'équation obtenue en y remplaçant x par $x_0 + \alpha x$, et faisant tendre α vers zéro. Il est clair que, si l'intégrale générale de la simplifiée d'une équation à points critiques fixes admet des singularités essentielles mobiles, l'intégrale générale de l'équation complète en admet aussi. Mais, pour les équations du second ordre à points critiques fixes qu'on a formées jusqu'ici, la réciproque est vraie. Elle ne l'est pas pour les équations du troisième ordre, comme le montre l'exemple des équations (1) ou (2), qui ont pour simplifiée $y''' = 0$, ou celui des équations transformées du système (5) en y_1, ou $y_1 + y_2$.

Dans le même ordre d'idées, rappelons une équation formée par Jacobi,

$$y^2(yy''' + 3y'y'')^2 = y''^2(6y^3y'' - \pi^2),$$

dont l'intégrale générale est uniforme et admet une circonférence mobile comme coupure essentielle; la simplifiée, obtenue en supprimant $-\pi^2$, a comme intégrale générale $(Ax + B)e^{\frac{Cx+D}{Ax+B}}$; cette intégrale admet le point essentiel isolé mobile $-\frac{B}{A}$.



PHYSIQUE. — *Sur la mesure des pressions élevées déduite des variations de résistivité des conducteurs soumis à leur action.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. Vieille.

De même qu'il existe une méthode thermométrique basée sur la variation de résistivité du platine en fonction de la température, il était naturel de penser à utiliser, pour la mesure des pressions, les changements de résistance qu'éprouvent les conducteurs lorsqu'on les comprime; aussi des méthodes piézométriques basées sur ce principe ont été proposées à diverses reprises par les physiciens.

Au cours d'une série de recherches entreprises sur ce sujet, nous avons été conduits à étudier plus spécialement l'action de la pression sur la résistance du platine, du mercure et de l'alliage ($Cu_{84}Ni_4Mn_{12}$) connu sous le nom de *manganine*.

Les pressions qui ont été poussées jusqu'à 4500^{kg} par centimètre carré étaient évaluées à l'aide du dispositif classique, que l'on doit à M. Amagat; la détermination des variations de résistance se faisait par la méthode du pont à corde; enfin des précautions spéciales permettaient d'éviter ou de corriger l'influence perturbatrice des changements de température.

Pour exercer les compressions on utilisait de l'huile oléonaphte ordinaire.

En expérimentant sur du platine pur, mis obligeamment à notre disposition par M. Quenessen sous forme de fil de $\frac{3}{100}$ de millimètre, nous avons obtenu la relation linéaire

$$\frac{r - r_0}{r_0} = -1,86 \times 10^{-6} P$$

pour représenter la loi qui lie la résistance r à la pression P estimée en atmosphères.

M. Lisell à Upsal et M. Lussana à Sienne ont exécuté des déterminations de même nature et ont obtenu avec ce métal les résultats suivants :

	$\frac{r - r_0}{r_0}$.
Fil de M. Lisell...............	$-1,827 \times 10^{-6} P + 0,041 \times 10^{-9} P^2$
Premier fil de M. Lussana	$-2,42 \times 10^{-6} P + 0,757 \times 10^{-9} P^2$
Deuxième fil de M. Lussana	$-1,56 \times 10^{-6} P + 0,521 \times 10^{-9} P^2$

Étant donnée la petitesse du coefficient de son terme en P^2, la formule de M. Lisell s'écarte relativement peu de la nôtre; il n'en est plus de même de celles de M. Lussana.

Des différences, même légères, dans l'état physique et chimique des fils étudiés suffisent pour produire ces divergences; aussi, malgré les soins pris de part et d'autre pour préparer des échantillons de platine aussi purs et identiques que possible, il est à peu près certain que deux expérimentateurs opérant indépendamment n'arriveraient pas, avec ce métal, à des déterminations piézométriques concordantes.

L'emploi du platine entraîne d'ailleurs une difficulté encore bien plus grave; pour des températures θ comprises entre 0° et 40°, on a

$$\frac{r - r_0}{r_0} = + 3{,}5 \times 10^{-3}\theta;$$

en d'autres termes, le coefficient de température d'une résistance en platine est en moyenne 1900 fois plus grand que son coefficient de pression; pour déterminer cette dernière grandeur à 40^{kg} par centimètre carré près, il faut réaliser au $\frac{1}{50}$ de degré l'invariabilité de la température.

Le mercure ne présente aucun de ces inconvénients; la possibilité de le préparer à l'état de pureté parfaite et toujours identique à lui-même assure la concordance des évaluations qu'on peut en déduire. De plus, son coefficient de pression vaut environ le vingtième de son coefficient de température; en maintenant cette dernière constante au quart de degré, les erreurs d'origine thermique ne peuvent dépasser 5^{kg} par centimètre carré, ce qui est suffisant lorsqu'on évalue des pressions supérieures à 500 atmosphères.

L'étude soignée d'une résistance en mercure nous a fourni la formule suivante qui se rapporte à une température de 15°, les pressions p étant évaluées en kilogrammes par centimètre carré :

$$\frac{r - r_0}{r_0} = - 32{,}7 \times 10^{-6} p + 1{,}1 \times 10^{-9} p^2.$$

La colonne conductrice en mercure qui est enfermée dans un tube capillaire en verre subit naturellement les déformations élastiques de son enveloppe, et les variations relatives de résistivité $\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0}$ peuvent se déduire des variations de résistance par l'équation

$$\frac{\rho - \rho_0}{\rho_0} = \frac{r - r_0}{r_0} - Kp,$$

dans laquelle K représente le coefficient de compressibilité linéaire du verre $K = 0{,}7 \times 10^{-6}$.

Les différences entre les valeurs que prend ce coefficient pour les diverses espèces de verre, qu'on emploie ordinairement, ne dépassent pas $0{,}1 \times 10^{-6}$; l'erreur relative qui peut en résulter est inférieure à $\frac{1}{300}$.

La résistivité du mercure, en fonction de la pression, a été très soigneusement étudiée jusqu'à 2200^{atm} par M. de Forest Palmer à Brown University. Ce physicien a

trouvé que, dans ces limites, le coefficient de pression peut être considéré comme constant et égal à $-32,13 \times 10^{-6}$ pour une température de 15° et pour des pressions évaluées en kilogrammes par centimètre carré.

La concordance de nos résultats est pratiquement satisfaisante jusque vers 1500^{km} par centimètre carré.

Les expériences, permettant de déduire les pressions de l'observation des variations de résistivité du mercure, ne présentent pas de difficulté, et, lorsque la loi qui lie ces variations aux pressions sera connue avec précision, ce métal, dont les applications scientifiques sont déjà si nombreuses, pourra devenir la substance piézométrique par excellence pour la mesure des fortes pressions.

Pour étudier cette loi, il y aurait sans doute avantage à utiliser une méthode directe consistant à comparer des résistances respectivement comprimées dans deux chambres d'altitudes différentes, mises en communication par un tube en acier contenant une colonne de mercure de longueur connue qui servirait à établir entre elles une différence de pression facile à évaluer avec exactitude.

La fonction à déterminer pourrait alors se déduire de la connaissance précise de ses différences premières.

Malgré les avantages et la facilité d'emploi du mercure, il serait commode de pouvoir employer un simple fil de métal pour la mesure des pressions; on pourrait de cette manière réduire à l'extrême les dimensions de l'appareil piézométrique. Malheureusement, pour tous les métaux et la plupart des alliages, le rapport du coefficient de température au coefficient de pression est considérable et l'on est arrêté par les inconvénients signalés à propos du platine.

Seul l'alliage *manganine*, dont le coefficient de température est pratiquement nul, conduit à des résultats utilisables.

En expérimentant sur cet alliage, M. Lisell a été conduit à la relation

$$\frac{r-r_0}{r_0} = +2,31 \times 10^{-6} P \qquad \text{(P en atmosphères)},$$

tandis que M. Lussana, opérant sur un alliage portant le même nom, a obtenu la formule bien différente

$$\frac{r-r_0}{r_0} = -0,465 \times 10^{-6} P + 0,202 \times 10^{-9} P^2.$$

Il était donc intéressant d'exécuter de nouvelles expériences sur cette substance. En employant des fils de manganine fournis par M. Carpentier, nous

avons obtenu, entre 0 et 3500^{kg} par centimètre carré, l'équation

$$\frac{r - r_0}{r_0} = +2,23 \times 10^{-6} P \qquad \text{(P en atmosphères).}$$

Ce qui, à part la différence entre les facteurs 2,31 et 2,23, confirme entièrement les résultats de M. Lisell et en particulier la propriété curieuse de cet alliage d'avoir un coefficient de pression positif.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Propriétés thermiques de l'azotate d'argent.* Note de M. **Guinchant**, présentée par M. Haller.

Cryoscopie. — J'ai déterminé précédemment (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 320) la chaleur de fusion de l'azotate d'argent $L = 17^{Cal},6$ à 209°. Il en résulte pour la constante cryoscopique théorique

$$K = \frac{0,02\,(209 + 273)^2}{17,6} = 264.$$

Un grand nombre de sels se dissolvent dans l'azotate d'argent; ceux qui ont un radical commun ne donnent lieu à aucune double décomposition et permettent des déterminations cryoscopiques. Il est à remarquer que la moindre trace d'humidité élève notablement les abaissements, peut-être en facilitant la formation d'azotite d'argent. Pour les notations, voir *Comptes rendus* du 6 septembre 1909.

Azotate de lithium $LiAzO^3 = 69$.

P..........	0,351	0,804	1,079	1,515	1,949	
K.........	256	285	252	248	245	$K_0 = 262$

Azotate de potassium $KAzO^3 = 101$.

P..............	0,748	1,393	1,947	3,316	
K.............	256	252	248	242	$K_0 = 260$

Azotate de thallium $TlAzO^3 = 266$.

P..........	0,798	1,589	3,268	4,423	5,473	
K.........	263	261	260	258	260	$K = 260$

Le point de congélation le plus bas est 72° pour $P = 153$. Un mélange à molécules égales d'azotate d'argent et d'azotate de thallium correspond à $P = 156$ et se congèle

entre 74° et 72°; mais on distingue au microscope polarisant la formation de deux espèces de cristaux pendant la solidification. Il s'agit donc d'un point d'eutexie et non d'une combinaison définie. Pour des mélanges contenant un excès d'azotate d'argent, la constante cryoscopique est $K = \frac{C_1 - C_2}{P_1 - P_2} M = 226$ entre $P = 130$ et $P = 153$.

Azotate de plomb $Pb(AzO^3)^2 = 331$.

P..............	1,746	3,137	5,446	7,540	
K..............	278	274	265	262	$K_0 = 283$

Point d'eutexie à 202°,26 pour $P = 7,67$.

Chlorure d'argent $AgCl = 143,5$.

P..........	0,762	1,142	1,457	2,027	2,754	
K..........	275	272	275	273	273	$K = 273$

Iodure d'argent $AgI = 235$.

P..........	0,396	0,652	2,589	3,050	3,930	
K..........	305	308	301	305	308	$K = 305$

Fluorure d'argent $AgF = 127$.

P..............	0,396	0,652	1,004	1,390	
K..............	242	238	236	231	$K_0 = 249$

Iodate d'argent $AgIO^3 = 283$.

P..............	1,702	3,302	4,988	6,692	
K..............	288	283	282	279	$K_0 = 290$

Sulfate d'argent $Ag^2SO^4 = 312$.

P..............	0,952	1,900	2,608	2,983	
K..............	276	266	256	251	$K_0 = 289$

L'azotate de baryum, l'arséniate, le phosphate, le chromate d'argent ne sont pas ou presque pas solubles dans l'azotate d'argent fondu.

L'azotate d'argent constitue donc un excellent dissolvant cryoscopique : l'abaissement moléculaire est normal et peu variable avec la concentration. La tendance des fluorures à former des sels acides et des sels doubles pouvait faire soupçonner le doublement de leur molécule : le fluorure d'argent

a une molécule simple dans l'azotate, et il en est de même du fluorure de plomb dissous dans le chlorure de plomb.

Dilatation et transformation. — Au cours des recherches cryoscopiques précédentes, les éprouvettes en verre mince cassaient toujours pendant le refroidissement; un thermomètre figé dans la masse indiquait une température voisine de 160° au moment de la rupture. Il était vraisemblable que la transformation de l'azotate d'argent rhomboédrique en azotate rhombique à 159° donnait lieu à une dilatation notable. En effet, Retgers (*Zeit. f. phys. Chem.*, 1889, t. IV, p. 593), en appliquant la loi des mélanges à des cristaux mixtes rhomboédriques d'azotate d'argent et d'azotate de soude, a calculé que l'azotate d'argent rhomboédrique devait avoir une densité voisine de 4,2. La densité de l'azotate rhombique étant 4,35, la transformation correspondrait à une dilatation linéaire moyenne de 1,15 pour 100.

J'ai mesuré directement cette dilatation et l'ai trouvée notablement plus petite. Le corps était supporté par une tige de verre fixe et soulevait pendant sa dilatation une seconde tige verticale du même verre sur laquelle reposait un levier; un miroir était solidaire de la tige fixe et un autre du levier : le déplacement relatif des images sur une échelle à 1^m permettait de calculer facilement les variations de longueur du corps. L'appareil était plongé profondément dans un tube épais de cuivre chauffé par le courant.

Les mesures sur l'azotate fondu ont porté sur quatre baguettes ayant respectivement 23^{mm}, 39^{mm}, 43^{mm} et $55^{mm},2$; elles ont fourni les données suivantes :

Coefficient de dilatation de 20° à 150° : 77.10^{-6}.

Contraction à 159° par élévation de température : 0,17 pour 100.

Dilatation à 159° par abaissement de température : 0,22 à 0,25 pour 100.

Pendant la transformation par refroidissement, il se forme des fissures qui donnent une dilatation apparente trop grande.

Ces nombres, relatifs à l'azotate d'argent fondu, ne représentent qu'une dilatation moyenne, celle qui peut être comparée à la valeur déduite des densités. Il était intéressant d'étudier la transformation sur les cristaux mêmes, afin de reconnaître comment se faisait le passage du réseau rhombique au réseau rhomboédrique. Je ne donnerai ici que des indications qualitatives sur les résultats obtenus avec des cristaux du commerce. Le coefficient de dilatation de 20° à 150° est supérieur au coefficient moyen de l'azotate fondu pour la direction perpendiculaire au plan $g_1(100)$ des axes optiques, mais il est considérablement plus petit dans la direction perpendiculaire à la base $p(001)$. Au contraire, la variation par transformation est la plus grande suivant la normale à (001), où elle dépasse 0,6 pour 100.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Examen des essences de térébenthine.* Note de MM. **Paul Nicolardot** et **Louis Clément**, présentée par M. Troost.

Les essences de térébenthine peuvent être mal préparées, vieillies ou fraudées. Dans les premières on retrouve des produits de tête et de queue (essence vive, huile de résine) provenant d'une distillation imparfaite des gemmes et parfois même de la colophane; ces essences sont fortement acides. De l'acidité d'une essence, il ne faudrait pas conclure à son adultération. A la lumière les essences s'oxydent, même dans des récipients secs; elles deviennent acides. Les essences fraudées sont au contraire peu acides, puisqu'elles ont été additionnées de dérivés du pétrole (essences, huiles légères, white spirit).

Pour examiner les essences, nous avons adopté deux méthodes dont l'une n'altère pas l'échantillon au cours même de l'analyse et dont l'autre utilise le phénomène d'oxydation. Les essences chauffées en tubes scellés se modifient déjà à 160°, comme on le sait; leur odeur change et leur pouvoir rotatoire diminue. Nous avons constaté qu'il n'en est plus de même pour les essences soumises à l'ébullition sous la pression ordinaire; leur pouvoir rotatoire augmente même à l'abri de la lumière (1) et le résidu laissé par l'évaporation de l'essence devient plus important. Il en résulte que, si le temps employé pour évaporer ou fractionner l'essence est long, les résultats obtenus sont inexacts, et cela au détriment du fournisseur (2).

En fractionnant, au contraire, les essences sous pression réduite, il est possible d'opérer vite, à basse température, sans altérer l'essence.

Sous une pression de 18^{cm} de mercure, les essences distillent au voisinage de 50° et tous les produits sont condensés sans perte. En élevant ensuite la température jusqu'à 59°, on obtient la teneur du résidu par pesée du ballon, taré au préalable et amené à poids constant. Ce mode opératoire présente en outre l'avantage de fournir

---

(1) Après une demi-heure d'ébullition avec un réfrigérant à reflux, le pouvoir rotatoire était ainsi modifié pour les essences suivantes :

N° 1 passe de — 57°20′ à — 62° à la lumière.
N° 1 passe de — 57°20′ à — 62° dans l'obscurité.
N° 2 passe de + 63°18′ à + 83° à la lumière.

(2) L'échantillon destiné à l'analyse doit être envoyé dans un récipient opaque. Au point de vue de leur emploi, il y a intérêt à exposer à la lumière les essences ou les vernis, afin que les essences s'oxydent et laissent un résidu qui augmente la résistance du vernis.

des liqueurs claires qui peuvent être toutes examinées au polarimètre, alors qu'il n'en est pas toujours ainsi pour les essences adultérées, distillées sous la pression ordinaire.

	Pouvoir rotatoire (tube de 0m,20).										Résidu par litre (en grammes).	
	Pression ordinaire.					Pression de 18cm de mercure.					Press. ordinaire.	Press. réduite.
Pinène	-67°.49'	-67°.49'	-67°.49'	-67°.49'	-67°,00'	-67°.49'	-67°.49'	-67°.49'	-67°.49'	-67°.49'	0g,825	néant
Essences pures.												
N° 1	-65.30	-65.10	-64. 0	-62. 0	-47. 3	-67.10	-66.30	-64. 5	-61. 2	-40. 3	15g,0	11g,0
N° 2	-65. 0	-64. 3	-62.22	-61.16	-47.34	-65. 5	-64. 3	-63. 0	-61. 0	-41. 0	21,0	16,4
N° 2 légèrt vieillie	-66. 0	-65. 3	-64. 0	-62. 3	-45. 0	-67. 0	-66. 4	-64. 0	-62. 0	-40. 0	28,0	20,4
Essences adultérées.												
3 °/0 huile de résine.	-67. 3	-67. 1	-65.44	-62. 3	?	-67.34	-66. 2	-65.12	-63. 5	-16. 4	32,0	26,0
10 °/0 huile de résine.	-66. 0	-65. 3	-64. 0	-61. 5	?	-66. 1	-65. 3	-63. 4	-61. 1	-26. 0	40,3	35,1
5 °/0 pétrole	-61. 0	-63. 0	-63. 0	-60. 5	?	-61. 3	-62. 1	-61. 1	-60.18	-36. 3	23,0	20,2
5 °/0 white spirit	-52. 4	-57. 4	-58. 0	-55. 2	?	-51. 5	-57. 5	-58. 0	-58.54	-33. 0	13,0	9,8
5 °/0 white spirit dans une essence légèremt vieillie	-59. 1	-60.44	-60. 5	-60. 0	?	-58. 0	-64. 2	-64. 0	-64. 0	-36. 1	22,0	18,3

Les écarts entre les pouvoirs rotatoires des diverses fractions sont plus facilement observables et surtout plus nets. L'augmentation du pouvoir rotatoire des premières fractions révèle la présence des dérivés du pétrole, alors que la diminution observée marque celle de l'huile de résine. Le dernier exemple est à ce point de vue très net. Pour mesurer les indices de réfraction, nous utilisons le réfractomètre différentiel construit par MM. Amagat et Ferdinand Jean pour l'examen des huiles. L'étude du point d'inflammation peut fournir des indications utiles. La présence des essences de pétrole l'abaisse et rend sa détermination impossible pour une température ambiante de 15°; le white ne semble pas le modifier, alors que l'huile de résine l'élève en raison directe de sa teneur.

Points d'inflammation.

Essence pure n° 1...	+29°,5	Essence n° 1 + 2 °/0 huile de résine...	30°,3	Essence n° 1 + 2 °/0 white spirit...	29°,0
» n° 2...	+29,3	» + 5 °/0 » ...	31,2	» + 5 °/0 » ...	29,5
» n° 3...	+29,5	» + 10 °/0 » ...	32,2	» + 10 °/0 » ...	29,0
Essence légèrement vieillie	+29,9	» + 15 °/0 » ...	33,2	» + 15 °/0 » ...	29,2

On peut mettre en évidence la nature des adultérants des essences au moyen de leur oxydation sous l'influence de la lumière. Deux fractions de l'échantillon à analyser

sont placées dans des conditions semblables (température, évaporation, etc.); mais l'un est exposé à la lumière et l'autre est maintenu dans l'obscurité. On mesure au début de l'expérience les pouvoirs rotatoires et, quelques heures après, on répète ces mesures. Dans l'obscurité, l'évaporation agit seule et les essences fraudées avec les produits légers du pétrole seules ont un pouvoir rotatoire différent par suite de l'évaporation du corps employé pour frauder; le pouvoir rotatoire s'élève à la lumière, l'essence s'oxyde et son pouvoir rotatoire diminue. Il diminue d'autant plus que l'essence renferme plus d'huile de résine ou de produits résineux; dans le cas des essences fraudées, il peut y avoir compensation par suite de l'évaporation des dérivés du pétrole.

	Lumière. Pouvoir rotatoire : au début.	Lumière. Pouvoir rotatoire : à la fin.	Obscurité. Pouvoir rotatoire : au début.	Obscurité. Pouvoir rotatoire : à la fin.
Essence pure	—59°.50′	—56°.46′	—59°.50′	—59°.40
Essence pure + 5 % de white spirit	—57. 0	—55.08	—57.00	—57.40
» + 5 % d'essence de pétrole	—55.58	—55.22	—55.58	—56.56
» + 5 % de pétrole	—59.50	—56.46	—59.50	—57.10
» + 5 % d'huile de résine	—57. 0	—53. 0	—57. 0	—57.10

De tous les dérivés du pétrole utilisés pour frauder les essences de térébenthine, le white est le plus difficile à retrouver.

CHIMIE. — *Sur la décomposition du tétrachloroplatinate argentique par l'eau et la préparation du platine fulminant.* Note de M. **Jules Jacobsen**, présentée par M. Gernez.

La préparation de l'acide bichloroplatinique par l'action de 1^{mol} d'ammoniaque sur 1^{mol} d'acide tétrachloroplatinique ne permet qu'un rendement théorique de 50 pour 100. Par une méthode nouvelle, je suis au contraire arrivé à préparer cet acide avec un rendement de 80 à 90 pour 100.

Contrairement à l'opinion émise par Jörgensen (*J. prakt. Chem.*, 2e série, t. XVI, 1877, p. 345) et de Miolati (*J. anorg. Chem.*, t. XXII, 1900, p. 445), le tétrachloroplatinate argentique est décomposable par l'eau bouillante; il se forme de l'acide bichloroplatinique et du chlorure d'argent souillé par un composé de platine moins riche en chlore que le tétrachloroplatinate d'argent, tout comme l'hexachloroplatinate argentique est décomposé en acide tétrachloroplatinique et en chlorure d'argent souillé par un composé de platine moins riche en chlore que l'hexachloroplatinate argen-

tique. Les deux réactions répondent respectivement aux formules développées suivantes :

$$PtCl^6Ag^2 + 2H^2O = PtCl^4(OH)^2H^2 + 2AgCl,$$
$$PtCl^4(OH)^2Ag^2 + 2H^2O = PtCl^2(OH)^4H^2 + 2AgCl.$$

Le rendement en acide bichloroplatinique est de 80 à 90 pour 100. Ainsi un essai fait avec du tétrachloroplatinate argentique renfermant $3^g,4684$ de platine donne de l'acide bichloroplatinique renfermant $2^g,935$ de ce métal ou 84,5 pour 100. Cette solution ne renferme que du platine et du chlore; trouvé dans un essai : 73,53 pour 100 platine et 26,47 chlore; calculé pour $PtCl^2$: 73,33 pour 100 platine et 26,67 chlore.

Dans les différents essais, l'acide hexachloroplatinique fut préparé en traitant de la mousse ou du noir de platine purs en suspension dans l'acide chlorhydrique concentré par un courant de chlore. L'acide hexachloroplatinique purifié par plusieurs cristallisations fut traité par 2^{mol} de nitrate d'argent à froid. L'hexachloroplatinate argentique recueilli, lavé à l'eau glacée, fut décomposé au bain-marie par l'eau chaude; l'acide tétrachloroplatinique obtenu, analysé, traité par 2^{mol} de nitrate argentique, fournit un sel d'argent qui fut lavé puis bouilli pendant 3 heures directement à la flamme avec de l'eau distillée (ou pendant 8 heures à la température du bain-marie).

L'analyse des composés solubles du platine par fusion avec du carbonate sodique ne donnant pas, d'après de multiples expériences, des résultats suffisamment exacts, j'ai choisi la méthode suivante qui est au contraire d'une grande précision : la solution renfermant du platine et du chlore, portée à la température de 80° à 90°, est traitée par un courant lent d'acide sulfhydrique pendant 1 heure. On fait ensuite bouillir puis on traite à nouveau par l'acide sulfhydrique pendant 10 minutes; on fait bouillir et on laisse déposer : dans ces conditions tout le platine est précipité. Dans le filtrat, débarrassé complètement de l'acide sulfhydrique par ébullition, on dose le chlore. Résultats tout à fait concordants.

Action de l'ammoniaque sur l'acide bichloroplatinique. — En versant dans une solution d'acide bichloroplatinique un excès d'ammoniaque, le liquide prend une teinte foncée, puis au bout d'un certain temps il se forme un précipité brun floconneux, ayant l'apparence de l'hydrate ferrique fraîchement précipité. On accélère la formation de ce précipité en chauffant légèrement. Recueilli sur filtre et lavé longuement avec de l'eau bouillante jusqu'à élimination complète de l'ammoniaque, puis desséché, ce précipité se présente sous forme d'une masse amorphe de structure conchoïdale, tout comme l'hydrate ferrique sec. Ce corps possède une propriété fort curieuse : placé sur un verre de montre et desséché à 100° puis sur de l'acide sulfu-

rique concentré, il absorbe, lorsqu'il est exposé à l'air, de l'humidité; ensuite les petites masses se mettent en mouvement et sont souvent projetées même hors du verre de montre sur lequel elles ont été placées.

Ce produit chauffé légèrement noircit d'abord, puis détonne assez violemment; les produits obtenus dans cette déflagration sont : mousse de platine, azote, vapeur d'eau et oxygène. Il ne renferme que ces éléments et est complètement exempt de chlore. En effet, en traitant l'acide bichloroplatinique par l'ammoniaque, on retrouve tout le chlore du composé platinique dans le filtrat (trouvé $0^g,2416$ de chlore dans un essai qui eût dû fournir $0^g,2414$).

Le composé fulminant renferme 67,57 pour 100 de platine et 2,944 pour 100 d'ammoniac; il se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique dilué dont on précipite le platine par l'acide sulfhydrique; dans le filtrat on dose l'ammoniac. Le composé platinique fulminant décompose lentement l'eau oxygénée à froid; il n'est pas altéré par ébullition avec une solution diluée d'hydrate potassique. Fondu avec de l'hydrate potassique il dégage l'ammoniac et le résidu est du platine.

Chauffé à 125° la teinte devient plus foncée et le produit fulminant perd 2,68 pour 100 de son poids correspondant à 1^{mol} d'eau; à 180° il devient noir et perd 6,19 pour 100 ou 2^{mol} d'eau; à 200° il perd 11,69 pour 100 ou 4^{mol} et à 220°, 18,47 pour 100 ou 6^{mol} d'eau. Tous ces produits sont solubles dans l'acide chlorhydrique. Lorsqu'on chauffe au delà de 250° il commence à se décomposer. On ne parvient plus à dissoudre complètement le composé fulminant même dans l'acide chlorhydrique concentré; il reste un résidu noir qui est du platine.

D'après ce qui précède j'attribue à ce composé la formule suivante : $(OH)^5PtNH^3Pt(OH)^5$ de poids moléculaire 576,6, renfermant 67,572 pour 100 de platine et 2,948 pour 100 d'ammoniac et pouvant perdre successivement 6^{mol} d'eau sans subir de décomposition, ce que l'expérience a confirmé.

Action de la pyridine sur l'acide bichloroplatinique. — Pour confirmer la formule précédente j'ai fait agir la pyridine sur l'acide bichloroplatinique. J'ai obtenu, comme pour l'ammoniac, d'abord une teinte plus foncée, puis un précipité floconneux brun qui, desséché, est pulvérulent et, exposé à l'air humide, présente également de petits mouvements, moindres cependant que ceux obtenus avec le produit précédent.

Chauffé, il devient noir puis détonne en produisant une pluie d'étincelles; le résidu est formé de mousse de platine et de noir de fumée. Ce nouveau produit fulminant répond à la formule $(OH)^5PtC^5H^5NPt(OH)^5$; analysé pour carbone et hydrogène il donne respectivement 8,893 pour 100 et

2,188 pour 100 dans un essai qui eût dû fournir 9,397 pour 100 de carbone et 2,349 pour 100 d'hydrogène. Il contient 60,45 pour 100 de platine (calculé 61,01 pour 100). Chauffé à 125°-135° il devient brun foncé et perd 1^{mol} d'eau; il est d'un brun presque noir à 190°-200° et perd 4^{mol} d'eau; il est noir à 220°-250° et perd 5^{mol} d'eau.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *La perturbation magnétique et l'aurore boréale du 25 septembre* 1909. Note de M. **Alfred Angot.**

Une perturbation magnétique d'une importance exceptionnelle s'est produite le 25 septembre dernier; c'est la plus forte qui ait été observée jusqu'ici depuis le commencement des observations magnétiques au Parc-Saint-Maur, c'est-à-dire depuis 1883.

Comme d'ordinaire dans les grandes perturbations, les courbes des enregistreurs photographiques sont très incomplètes; les images sont sorties du champ et, de plus, les mouvements du point lumineux sont le plus souvent trop rapides pour impressionner le papier sensible. Mais M. J. Itié, chargé des observations magnétiques au Val-Joyeux, a, pendant presque tout le temps, suivi avec le plus grand zèle la marche des instruments de variation à observation directe, de sorte que, si l'on ne connaît peut-être pas absolument les écarts extrêmes, on en a au moins une valeur très approchée, qui ne peut être qu'inférieure à la réalité.

La perturbation a débuté brusquement le 25 à 11^h50^m et a persisté très intense jusque vers 21^h20^m. La déclinaison, dont la moyenne est actuellement de 14°30′, est tombée à 13° vers 12^h40^m et a atteint 16° à 16^h56^m. La composante horizontale, dont la moyenne est 0,1974, a passé de 0,2040 à 16^h57^m à 0,1942 vers 20^h. La variation totale dépasse donc pour la déclinaison 3° et pour la composante horizontale 0,0098, soit environ $\frac{1}{20}$ de sa valeur absolue.

La plus grande perturbation observée jusqu'à ce jour (31 octobre-1er novembre 1903) avait donné seulement des écarts de 2°4′ pour la déclinaison et de 0,0068 pour la composante horizontale.

La perturbation magnétique a été observée aussi à Bagnères-de-Bigorre, à Nantes et à Perpignan; mais les courbes photographiques sont trop incom-

plètes pour qu'on puisse en déduire les écarts absolus. A Bagnères-de-Bigorre, M. Marchand signale un écart de plus de 2° dans la déclinaison.

Cet orage magnétique a été accompagné des manifestations ordinaires, courants telluriques et aurore boréale. Les courants telluriques ont été, dans la journée, assez intenses pour entraver et même interrompre complètement le fonctionnement des lignes télégraphiques. L'aurore boréale aurait pu, vraisemblablement, être remarquée dans toute la France : elle m'a été signalée, en effet, à la fois de Nice par l'Observatoire, de Saint-Georges-sur-Cher (Loir-et-Cher) par le Dr de Tastes, de Clamart (Seine) par le Dr Stassano, et du Conquet (Finistère) par M. Ragache. Elle a été visible depuis la tombée de la nuit jusque vers $20^h 30^m$ et même au delà.

La description la plus complète est celle de M. Ragache. Au Conquet, l'aurore affectait la forme d'un arc surbaissé, dont le sommet était à peu près au Nord-Nord-Ouest et dont les pieds touchaient l'horizon au Nord et au Nord-Ouest. Au-dessus de cet arc apparaissaient des rayons dont quelques-uns atteignaient presque le zénith et présentaient, surtout vers le haut, une coloration pourpre ou violacée. Bien qu'aucune mesure n'ait été faite, on voit que le sommet de l'arc était certainement très voisin du méridien magnétique.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 septembre 1909.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, 2e série, t. VIII. Toulouse, 1908; 1 vol. in-8°.

Le tremblement de terre. Moyens d'éviter ses désastres, par M. L. Fabry. Marseille, 1909; 1 broch. in-8°.

Pravigo de la teoremo de Fermat, de Aleksander Nippa. Paris, 1909; 1 broch. in-8°.

XXXVIe Bulletin météorologique annuel du département des Pyrénées-Orientales. Année 1907. Perpignan, 1909; 1 fasc. in-4°.

L'instruction dans les colonies portugaises, par M. DE ALMADA NEGREIROS. Bruxelles, 1909; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Grandidier.)

Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1908-1909, 3e et 4e fasc. Louvain, 1909; 1 fasc. in-8°.

Annuario biografico del Circolo matematico di Palermo, 1909. Palerme, 1909; 1 vol. in-8°.

Report on the investigation of an electric shaft furnace; Domnarfvet, Sweden, etc. Ottawa, 1909; 1 fasc. in-8°.

Memorias do instituto Oswaldo Cruz. Rio-de-Janeiro, 1909; 1 fasc. in-8°.

Publikationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, n° 56. Potsdam, 1909; 1 vol. in-4°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek vanden in-, int- en doorvoer over hel jaar 1908. Amsterdam, 1909; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 OCTOBRE 1909.

Opere matematiche di FRANCESCO BRIOSCHI, pubblicate per cura del Comitato per le onoranze a Francesco Brioschi. Tomo quinto ed ultimo. Milan, Ulrico Hœpli, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage du Comité.)

Le pyromètre thermo-électrique pour la mesure des températures élevées, par H. PÉCHEUX. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

A history of Hindu Chemistry, from the earliest times to the middle of sixteenth century A. D., with sanskrit texts, variants, translation and illustrations, by PRAPHULLA CHANDRA RAY. Vol. I (second edition, revised and elarged), Vol. II. Calcutta, 1903-1909; 2 vol. in-12. (Présenté par M. Troost. Hommage de l'auteur.)

The decomposition and sublimation of ammonium nitrite, by PRAFULLA CHANDRA RÂY. (Extr. des *Transactions of the Chemical Society,* t. XCV, 1909.) 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

Flore de France, ou description des plantes qui croissent spontanément en France, en Corse et en Alsace-Lorraine, par G. ROUY; t. XI. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, juillet 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Précis de Psychologie, par WILLIAM JAMES, traduit par E. BAUDIN et G. BERTIER. Paris, Marcel Rivière, 1910; 1 vol. in-8°.

Dix-huit feuilles de Cartes nouvellement éditées par le Service géographique de l'Armée :

Lyon. — Givors. — Nice. — Perpignan; 4 feuilles en couleurs, au 50000e.

Tunisie : Feuilles 67, 68, 79, 80, 81, 90, 97, 98, 100; au 100000e.

Algérie : Feuilles 48, 66; au 200000e.

Environs de Constantine : 1 feuille, au 50000e.

Maroc : Figuig et *Mazagan;* 2 feuilles en couleurs, au 500000e.

ERRATA.

(Séance du 26 juillet 1909.)

Note de MM. *A. de Gramont et C. de Watteville*, Sur le spectre ultraviolet de bandes du phosphore :

Page 264, ligne 15 en remontant, *au lieu de* 0,1 microfarad, *lisez* 0,01 microfarad.

(Séance du 6 septembre 1909.)

Note de M. *Ch. Lallemand*, Sur les marées théoriques du géoïde, etc. :

Page 477, dernière ligne du Tablèau, *après* précessionnelle, *ajoutez* 18^{mm}.

(Séance du 13 septembre 1909.)

Note de M. *H. Deslandres*, Mouvements de l'atmosphère solaire supérieure au-dessus et autour des facules :

Page 495, ligne 7, *au lieu de* Elle représente la partie étudiée du Soleil, agrandie dix fois, *lisez* agrandie sept fois et demie.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 OCTOBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du travail qu'il vient de publier dans les *Annales des Mines* (1909), sous le titre : *Oscillations des bennes non guidées;* il s'exprime ainsi qu'il suit :

Durant la longue suite des siècles passés (et encore aujourd'hui pendant la période de fonçage des puits de mines), l'extraction ne pouvait s'effectuer qu'au moyen de bennes dépourvues de guidonnages. Il s'ensuivait des oscillations pendulaires non seulement gênantes pour le personnel, mais très dangereuses, surtout au moment de la rencontre des deux tonnes, montante et descendante, et nonobstant la grande lenteur du mouvement. Seule l'introduction toute récente des cages guidées a pu affranchir de cette sujétion l'art des mines, en permettant les grandes vitesses, et par là l'extraction intensive et l'extraordinaire développement de l'industrie humaine dans toutes ses branches.

Un tel phénomène ne relève nullement de la théorie classique du pendule, puisque la longueur de suspension varie d'une manière incessante. Il constitue un problème *sui generis* que je me suis proposé d'étudier.

Son équation différentielle peut être envisagée sous deux aspects distincts, donnant lieu à deux questions : *directe* et *inverse*. Cette dernière (de pure curiosité) a pour but de déterminer suivant quelle loi il faudrait *filer du câble* pour que le mobile exécutât un mouvement angulaire défini à l'avance, ou parcourût une trajectoire assignée *a priori*. Or cette recherche est susceptible d'une solution générale complètement rigoureuse, et je la ramène aux quadratures pour des lois quelconques.

Il n'en est plus de même du problème direct, dans lequel on cherche la loi d'oscillation et la trajectoire qui correspondent à un mode de déroulement arbitraire. Mais il convient de remarquer que les conditions des puits de mines le restreignent précisément de la manière la plus étroite au cas des *petites oscillations*.

L'analyse, réduite à cette hypothèse, n'en conserve pas moins une très grande complication. Je la ramène, suivant les cas, à une équation de Riccati ou à l'intégration par séries. Finalement j'en déduis, pour les engins de la pratique, des formules très simples exprimant la durée de l'oscillation, ainsi que les lois de succession de ces durées et des longueurs de câble correspondantes.

Ce problème direct s'étant présenté depuis longtemps à ma pensée, sans que mes occupations me permissent de m'en occuper, je l'avais signalé à l'attention des chercheurs par une insertion dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*. Elle provoqua, de la part de M. Lecornu, professeur à l'Ecole Polytechnique, ainsi qu'il a bien voulu l'indiquer lui-même, la rédaction d'un Mémoire remarquable inséré par lui dans le Tome XIX des *Acta mathematica*, et résumé dans le *Compte rendu* du 15 janvier 1894. M. Boussinesq releva d'ailleurs une tentative antérieure, mais beaucoup plus sommaire, de Bossut, dès l'année 1778. En raison d'une maladie, ces circonstances sont passées pour moi complètement inaperçues, sans quoi je n'aurais pas songé à reprendre à mon tour ce sujet. Je ne le regretterai pas cependant, car j'ai reconnu sur l'exemplaire que M. Lecornu a mis sous mes yeux que je l'ai traité d'une manière tout à fait distincte, et avec des développements différents. Mais je tiens essentiellement à souligner ici cette priorité, en signalant la haute valeur et le très grand intérêt du travail de cet habile géomètre.

M. **P. Duhem**, faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier, adresse la Lettre suivante :

Le 27 janvier 1908, j'avais l'honneur d'annoncer à l'Académie qu'un manuscrit de la Bibliothèque nationale renfermait un fragment inconnu jusqu'ici, et très considérable, de l'*Opus tertium* de Roger Bacon. Mis sous le nom d'*Alpetragius*, ce fragment avait échappé jusqu'alors aux chercheurs.

L'imprimerie franciscaine de Quaracchi, près Florence, a bien voulu imprimer ce texte; j'ai l'honneur d'en offrir un exemplaire à l'Académie.

La publication du texte de Bacon est précédée d'une étude où je me suis

efforcé de réunir tous les renseignements que l'analyse de ce document nouveau fournit relativement aux autres écrits du célèbre franciscain.

Ces renseignements sont nombreux. Ils concernent, en particulier, les *Communia naturalium*, dont la Bibliothèque Mazarine possède le manuscrit le plus complet que l'on connaisse. Ces *Communia naturalium* apparaissent comme une sorte de centon que Bacon a composé en majeure partie par la réunion de fragments de ses Ouvrages antérieurs : *Opus majus, opus minus, opus tertium*.

L'étude, faite à ce point de vue, des *Communia naturalium* nous a conduit à une constatation qui semble importante à qui veut retracer la marche des théories astronomiques en la Scolastique chrétienne.

Les derniers Chapitres des *Communia naturalium*, tels que les conserve la Bibliothèque Mazarine, sont sans doute empruntés au traité *De cœlestibus* que renfermait l'*Opus minus*.

Or un passage très reconnaissable de ces Chapitres se retrouve au *Tractatus super totam astrologiam* composé, vers la fin du XIII[e] siècle, par le franciscain Bernard de Verdun. Bernard de Verdun a donc eu connaissance, en dépit du secret dont ils étaient entourés, des écrits astronomiques de Roger Bacon.

C'est à ces écrits qu'il paraît avoir emprunté une doctrine dont, avant Bacon et Bernard de Verdun, aucun traité astronomique composé par un chrétien ne porte la moindre trace; nous voulons parler des agencements d'orbes solides par lesquels Ibn al Haitam (Al Hazen) était parvenu à figurer les combinaisons de mouvements du système de Ptolémée.

Popularisés par le *Tractatus super totam astrologiam* de Bernard de Verdun, ces agencements contribuèrent grandement à sauvegarder le système de Ptolémée contre les attaques des partisans d'Averroès et à faire triompher ce système en l'École astronomique de Paris, d'où devait essaimer au XIV[e] siècle l'École astronomique de Vienne. Roger Bacon semble donc avoir joué un rôle essentiel à l'origine du mouvement scientifique dont Georges de Peurbach et Regiomontanus ont produit l'achèvement.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le sucre total du plasma et des globules du sang*. Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Nous avons précédemment (*Comptes rendus*, 17 juillet 1905 et 4 novembre 1907) fait connaître la teneur du plasma et des globules du sang en sucre

immédiat [1]. Pour obtenir leur sucre *total* voici comment il convient de procéder :

On reçoit au moins 400^{cm^3} de sang dans un ballon renfermant 3^g à 4^g de fluorure de sodium, on agite et l'on en prélève 80^g pour doser le sucre immédiat et le sucre total de 1000^g de *sang*. On centrifuge le reste et l'on détermine très exactement la proportion respective du plasma et des globules; on dose le sucre immédiat et le sucre total de 1000^g de plasma et de 1000^g de globules en ayant soin d'éliminer la couche la plus supérieure de ces derniers, toujours souillée de plasma.

A titre d'exemple voici deux séries de dosages, la première chez un chien sain et neuf, la seconde chez un chien saigné l'avant-veille et laissé à l'inanition.

Chien sain et neuf (2781).

		Glycose pour 1000.
Sang artériel *immédiat*		0,74
Total après chauffage en présence de l'acide fluorhydrique.	30h	0,92
	32	1,24
	34	0,96

Plasma 66 pour 100.

Immédiat		1,06
Total après chauffage en présence de l'acide fluorhydrique.	22h	1,32
	24	1,32
	26	1,40
	28	1,44
	32	1,54

Globules 34 pour 100.

Immédiat		0,48
Total après chauffage en présence de l'acide fluorhydrique.	28h	0,50
	30	0,60
	32	0,60
	34	0,68
	36	0,68

(1) Nous appelons sucre *immédiat* du sang le sucre qu'on dose immédiatement dans un extrait de sang obtenu par une des méthodes classiques, et sucre *total* le sucre dosé après chauffage suffisamment prolongé de l'extrait, en présence de l'acide fluorhydrique (voir *Comptes rendus*, 27 juillet et 30 novembre 1908). Pour obtenir le sucre total nous chauffons plusieurs échantillons pendant des temps différents : cela

Calcul pour 1000g de sang :

		Glycose pour 1000.
Immédiat	1,06 × 66 plasma (divisé par 100)	= 0,699
	0,48 × 34 globules »	= 0,163
Somme		0g,862
Total	1,54 × 66 plasma (divisé par 100)	= 1,01
	0,68 × 34 globules »	= 0,23
Somme		1g,24

Ainsi la somme des sucres totaux du plasma et des globules renfermés dans 1000g de sang donne 1,24 qui est le chiffre obtenu directement dans le sang lui-même. Il est d'ailleurs fort rare d'observer une telle concordance.

Pour les immédiats, la somme des sucres du plasmà et des globules donne un chiffre trop fort (0,86 > 0,74). Il en est toujours ainsi; car, ainsi que nous l'avons dit antérieurement, il se dégage du sucre aux dépens du sucre virtuel pendant la centrifugation. Le fluorure de sodium n'empêche pas ce dégagement.

Chien saigné et à l'inanition (2782).

SANG ARTÉRIEL.

		Glycose pour 1000.
Immédiat		1,08
Total après chauffage en présence de l'acide fluorhydrique.	30h	**1,64**
	32	1,60
	34	1,60

PLASMA 65 POUR 100.

Immédiat		1,47
Total après chauffage en présence de l'acide fluorhydrique.	22h	1,80
	24	1,80
	26	1,84
	28	1,84
	30	**1,88**

---

est indispensable, car on ne sait jamais d'avance quel temps de chauffe sera le plus convenable : s'il est trop court, on ne libérera pas tout le sucre; s'il est trop long l'acide fluorhydrique en détruit une partie. Le chiffre le plus fort est nécessairement le meilleur. Dans les dosages qui suivent ce chiffre est en caractère gras.

GLOBULES 35 POUR 100.

		Glycose pour 1000.
Immédiat		0,82
Total après chauffage en présence de l'acide fluorhydrique.	30h	0,90
	32	0,80
	34	0,80

Calcul pour 1000g de sang :

Immédiat	1,47 × 65 plasma (divisé par 100)	= 0,955
	0,82 × 35 globules »	= 0,287
	Somme	1g,242
Total	1,88 × 65 plasma (divisé par 100)	= 1,235
	0,90 × 35 globules »	= 0,315
	Somme	1g,550

Comme nous l'avons dit à propos du cas précédent, il ne faut pas s'étonner que la somme des immédiats donne un chiffre trop fort. C'est une erreur inévitable. Mais il est à remarquer que la somme des totaux est ici un peu faible ($1,555 < 1,64$). Cette différence est minime; elle excède cependant la limite de nos erreurs de dosage. Aussi faut-il admettre que le total du plasma ou celui des globules est trop faible, le chauffage n'ayant pas été suffisant, ou l'acide fluorhydrique ayant détruit plus de sucre qu'il ne fait habituellement. En tout cas, le chauffage des globules a été suffisant puisque nous avons 0,8 et 0,8 succédant à 0,9. Mais il est possible que dans le plasma le chauffage de 30 heures n'ait pas été suffisant. En admettant 2g au lieu de 1g,88, on a :

2,00 × 65 (divisé par 100)	1,30
0,90 × 35 »	0,315
	1,615

c'est-à-dire sensiblement le sucre total du sang (1,64).

En résumé, tandis que pour la raison sus-indiquée on a toujours pour la somme des immédiats du plasma et des globules un chiffre supérieur à l'immédiat du sang, on peut, si l'on sait doser le sucre total, ce qui est d'ailleurs fort difficile et très long, obtenir la concordance exacte entre la somme des totaux du plasma et des globules et le total du sang.

PLIS CACHETÉS.

M. Charles Féry demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 17 mai 1909 et inscrit sous le nº 7483.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *L'évaluation de la température des étoiles.*

M. Ch. Féry y décrit le projet d'un appareil destiné à permettre d'évaluer la température des étoiles d'après leur *couleur*. Les radiations reçues des étoiles sont comparées à celles d'une petite lampe étalon, dont on peut faire varier la teinte en déplaçant la longueur d'onde dominante du spectre qu'elle fournit.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. I. Lagarde : *Formules et Tables pour faciliter l'emploi des catalogues photographiques en coordonnées rectilignes.* (Présenté par M. Baillaud.)

2° *Australasian medical Congress. Transactions of the eighth Session, held in Melbourne (Victoria), october* 1908.

3° La feuille de *S. Bento.* (Adressée par la Commission géographique et géologique de l'État de S. Paulo, Brésil.)

M. Aug. Chevalier adresse des remercîments à l'Académie pour la subvention qui lui a été accordée sur le fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE. — *Observations sur la surface de la planète Mars du 4 juin à octobre* 1909. Note de M. R. Jarry-Desloges, présentée par M. Bigourdan.

Les études de la planète Mars, déjà commencées en 1907 au Revard (Savoie), furent continuées cette année dans deux Observatoires différents destinés à se contrôler mutuellement. Comme la bonne qualité des images est de la plus haute importance pour ces recherches difficiles, les Observa-

toires furent placés à de hautes altitudes : l'un, à nouveau, sur le plateau du Revard (altitude 1550^m); l'autre aux environs du Massegros, sur le Causse de Sauveterre (Lozère) (altitude 900^m). L'équatorial employé au Revard avait un objectif de 0^m,37 d'ouverture (¹) de M. Schær; celui du Massegros, un objectif de 0^m,29 de la maison Merz.

Je m'étais adjoint comme collaborateurs M. G. Fournier au Revard et M. V. Fournier au Massegros. J'ai personnellement observé au Revard jusqu'au 8 septembre et me rendis ensuite au Massegros. Puis l'Observatoire du Revard fut démonté et remonté à Toury, dans la plaine de la Beauce, où les études continuent.

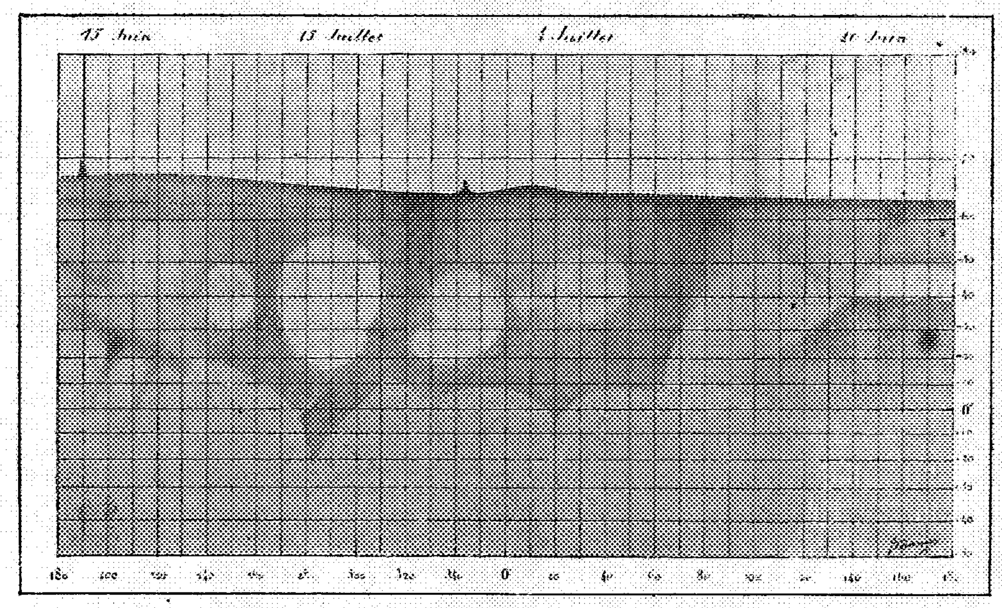


Fig. 1. — Planisphère de la planète Mars, montrant les détails aperçus pendant les mois de juin-juillet 1909.

Les premières observations de Mars montrèrent, en général, que toutes les plages assombries de cette planète étaient d'une pâleur excessive et ne ressemblaient sur aucun point à ce qu'elles étaient en 1907, à une époque correspondante de la même saison martienne. Cette pâleur dura tous les mois de juin et de juillet, et ce ne fut qu'au début d'août qu'on observa un

(¹) Probablement le plus puissant réfracteur monté à une aussi haute altitude dans notre vieux monde.

renforcement dans les teintes de certaines de ces régions. L'assombrissement augmenta d'intensité pendant le mois d'août, et en septembre les plages assombries de cette planète avaient repris leur coloration grisâtre habituelle.

On fit de fréquentes mesures micrométriques de la calotte polaire qui diminua graduellement d'étendue. La diminution fut particulièrement rapide vers la date du 15 août. A l'intérieur de cette calotte on observa de nombreuses crevasses sombres, ainsi que des régions, les unes grisâtres, les autres brillantes.

De très importantes variations de forme, teinte et étendue furent constatées particulièrement dans *Mare Sirenum* et *Mare Cimmerium* qui, de pâles et flous, devinrent sombres et bien délimitées. Il en fut de même pour *Syrtis Minor*, *Mare Tyrrhenum*, *Auroræ Sinus*, etc. *Hellas*, claire et énorme, devint petite et rose foncé dans la suite. *Deucalionis Regio*, d'abord étroite, devint large. *Lacus Mœris*, invisible en juin, juillet et août, apparut en septembre et présenta de rapides et importantes variations dans ses contours. *Lacus Solis*, méconnaissable d'abord, devint ensuite bien distinct et assez sombre, etc. Les bandes sombres, appelées *canaux*, invisibles en général en juin-juillet, devinrent perceptibles en août et septembre, mais étaient, pour la plupart, à la limite de visibilité. Dans le mois de septembre, à certains instants où le calme atmosphérique terrestre était complet (et sans doute aussi au même instant, les conditions sur Mars étant favorables), on aperçut, dans certaines plages grisâtres de Mars, une multitude de fins détails qu'il fut impossible de dessiner, tant ils étaient nombreux. Ces détails variaient d'apparence suivant les régions : dans le *Ganges* ils étaient très petits, nettement délimités, ronds ou vaguement octogonaux; leur teinte variait du jaune pâle au brun ou au gris plus ou moins sombre.

Il m'a semblé que la bordure ouest du *Ganges*, légèrement plus assombrie, ne se résolvait pas en petits détails. Dans *Solis Lacus* ils étaient très complexes : mélange de ligaments irréguliers de différents tons grisâtres, avec granulation plus sombre, et, vers le centre, plages grisâtres mal délimitées, de moyenne grandeur. On ne vit pas de ces détails dans les régions jaune clair et peu ou pas dans les plages très sombres. Il semble que sur Mars les conditions qui permettent d'apercevoir les petits détails de la surface sont rarement favorables dans les régions tempérées ou équatoriales; vers le pôle, elles sont souvent meilleures, mais alors l'obliquité de la vision ne permet pas de bien les apercevoir.

J'ai tenu les astronomes au courant des phénomènes observés sur Mars par dépêches adressées en particulier à l'Observatoire de Paris aux dates des 10 et 20 juillet, 12 et 21 août, 4 et 16 septembre, 7 octobre.

Le planisphère ci-contre donne l'aspect de Mars au moment de sa plus grande pâleur; et les dessins des régions du *Sinus Sabæus* et de *Syrtis Major*,

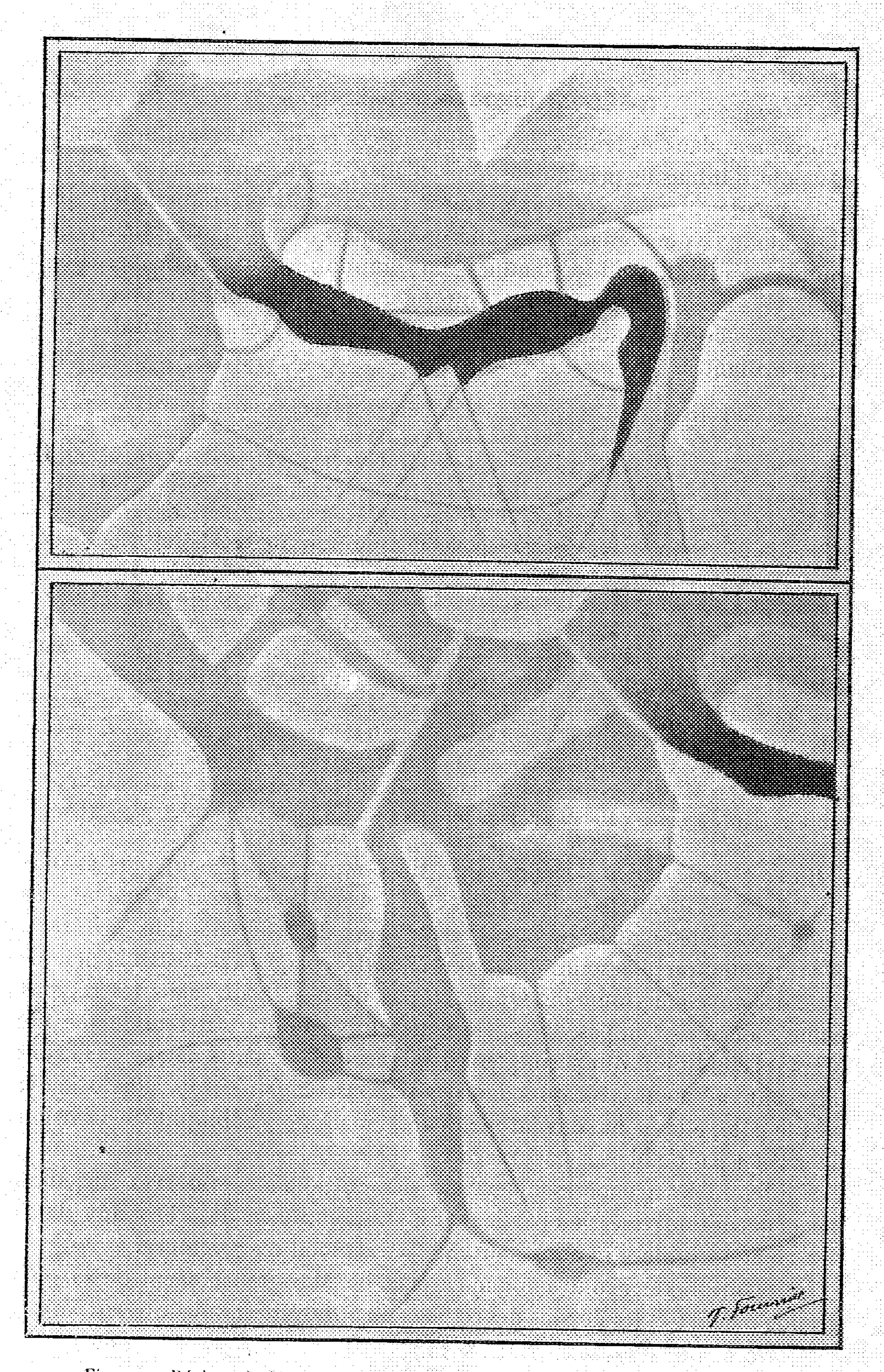


Fig. 2. — Régions du Sinus Sabæus et de Syrtis Major, les 16 et 18 septembre 1909.

joints ici, furent faits les 16 et 18 septembre et montrent qu'à ce moment la surface de cette planète présentait un grand nombre de détails, de tons variés, qui n'avaient aucun point de ressemblance avec les vagues plages entrevues si difficilement en juin-juillet.

ÉLECTRICITÉ. — *Effet des ébranlements mécaniques sur le résidu des condensateurs.* Note de M. **Paul-L. Mercanton**, transmise par M. Lippmann.

La recherche de l'influence possible des ébranlements mécaniques (chocs, vibrations) sur la manifestation du résidu dans un condensateur présente un intérêt évident. Ses résultats permettront peut-être de départager en faveur de l'un ou l'autre des deux groupes de théories mises en avant pour expliquer le phénomène que les uns attribuent à la simple conductibilité du diélectrique, les autres à des réactions élastiques entre molécules. Seul un Mémoire déjà ancien d'Hopkinson jette quelque clarté dans la question. Hopkinson aurait constaté que des chocs sur le col d'une bouteille de Leyde accéléreraient la réapparition des charges résiduelles. Son Mémoire [*The residual charge of the Leyden Jar* (*Phil. Trans.*, Vol. CLXVI, Part II, 1876, p. 489-494)] est trop peu explicite pour permettre une critique utile de ses expériences.

J'ai repris cette étude *ab ovo* sur un condensateur de verre ordinaire, en forme de coupe argentée extérieurement et intérieurement et qu'on pouvait soumettre soit aux chocs d'un battant de sonnerie électrique, soit aux vibrations engendrées par le frottement sur le bord du récipient d'un disque de fibre, enduit de colophane et tournant à la façon d'une roue de vielle.

Le condensateur avait 14^{cm} de diamètre à la bouche, 15^{cm} de profondeur et $3^{mm},5$ d'épaisseur de paroi en moyenne. Son armature extérieure était en contact permanent avec le sol. Le jeu de commutateurs déclenchés électriquement permettait, au moment voulu, les opérations suivantes : 1° mise en charge du condensateur, l'électromètre est à la terre; 2° première mise en court-circuit des deux armatures avec la terre; 3° isolement simultané de l'armature interne du condensateur et de l'électromètre et mise en connexion des deux; 4° seconde mise en court-circuit avec la terre du condensateur et de l'électromètre.

Les actions mécaniques étaient exercées pendant la troisième phase opératoire. L'électromètre, un bifilaire de Wulf, de capacité négligeable et apériodique, suivait rigoureusement les variations du potentiel résiduel. L'élongation maximum ε_{max} et le temps mis à l'atteindre τ_{max} peuvent caractériser la réapparition des charges résiduelles. Ils dépendent en effet de la fonction résiduelle et des pertes dues à la conductance des appareils, laquelle est indépendante des ébranlements appliqués au condensateur. Je

Désignation des séries.	Voltage de charge.	Temp.	Charge min.	1er court-circuit sec.	Isolement sec.	2e court-circuit min.	ε_{max} moyenne.	Diff. abs.	Diff. p. 100.	Erreur moyenne sur ε p. 100.	τ_{max} moyen en secondes.	Diff. abs.	Diff. p. 100.	Erreur moyenne sur τ p. 100.
							Charge courte.							
I { sans / avec } vibr.	+ 412	20°,3	30	5	55	5	52 obs. 48,05 ± 0,44 47 obs. 47,55 ± 0,38	—0,50	—1,04	±0,86				
II { sans / avec } vibr.	+ 416	20,7	30	5	55	5	31 obs. 21,02 ± 0,23 31 obs. 21,06 ± 0,24	+0,04	+0,19	+1,11	8,59 ± 0,073 8,70 ± 0,093	+0,11	+1,29	±0,96
							Charge longue.							
I { sans / avec } vibr.	+ 401	8,7	1429	10	50	10	21 obs. 35,84 ± 0,43 19 obs. 35,66 ± 0,44	—0,18	—0,50	±1,2	20 obs. 33,08 ± 0,74 18 obs. 32,74 ± 0,86	—0,34	—1,03	±2,4
II { sans / avec } chocs	+ 414	13,5	1429	10	50	10	24 obs. 25,79 ± 0,91 26 obs. 25,96 ± 0,88	+0,17	+0,66	±3,45	20,83 ± 0,97 20,92 ± 0,80	+0,09	+0,43	±4,2

Le signe + indique une augmentation, le signe — une diminution de ε_{max} ou τ_{max} par l'effet des ébranlements. Les observations recueillies, sans permettre de nier une action possible des ébranlements, montrent que cette influence, si elle existe, est incomparablement plus faible que celle qu'ils exercent sur l'état magnétique des substances ferro-magnétiques dont on a parfois rapproché l'état des diélectriques.

me suis donc servi de ces grandeurs pour caractériser le résidu; ε_{max} est en degrés arbitraires, τ_{max} en secondes.

Pour éviter un effet possible de la lumière du jour sur la conductivité du diélectrique, et des variations thermométriques gênantes, les expériences ont été faites dans une chambre obscure, éclairée seulement pendant les mesures par le nombre strictement nécessaire de lampes à incandescence (au charbon). Les expériences forment deux groupes de deux séries chacune. Le Tableau ci-contre les résume.

PHYSIQUE. — *Sur la réduction des pesées au vide appliquée aux déterminations de poids atomiques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **N. Zachariades**, présentée par M. Georges Lemoine.

Comme suite à des recherches antérieures ([1]) sur les causes d'erreur des méthodes classiques utilisées pour la détermination des poids atomiques, nous avons entrepris une série d'expériences ayant pour objet de fixer la grandeur de l'erreur possible résultant de la réduction des pesées au vide.

On sait que tous les expérimentateurs, presque sans exception, se sont contentés de déterminer cette correction par le calcul, suivant les formules usuelles fondées sur la connaissance des poids dans l'air et des densités des corps pesés. Si ce mode de faire est suffisant pour des corps tels que les métaux fondus, il doit être en défaut lorsqu'on pèse, comme c'est très souvent le cas dans ce genre de travaux, des corps en poudre; ceux-ci ont en effet la propriété de condenser des quantités assez considérables de gaz ou de vapeurs; Marignac ([2]) avait d'ailleurs indiqué la nécessité de déterminer par l'expérience la perte de poids dans le vide des corps pulvérulents, et montré par quelques exemples que les corrections expérimentales sont toujours plus faibles que celles données par le calcul, ainsi que les phénomènes de condensation des gaz par les corps pulvérulents permettent de le prévoir. A de très rares exceptions près, cet expérimentateur est cependant le seul qui ait tenu compte de cette cause d'erreur.

Les substances sur lesquelles nous avons opéré ont été choisies à dessein parmi celles

([1]) Guye et Ter-Gazarian, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 411.

([2]) Marignac, *Bibl. Univ. Genève*, t. XLVI, 1843, p. 372, ou *Œuvres complètes*, t. I, p. 94.

ayant servi aux déterminations de poids atomiques exécutées au laboratoire de Harward, considérées à juste titre comme faites avec beaucoup de soin. Notre méthode consiste à peser successivement dans l'air et dans le vide une même masse de matière pulvérulente (20^g à 50^g suivant la densité), à calculer la perte de poids dans le vide fondée sur la connaissance des densités du sel et de l'air, et à comparer ce résultat avec celui donné par l'expérience. Le Tableau suivant résume nos observations; la dernière colonne donne, en milligrammes, l'erreur commise sur la pesée de 100^g de substance lorsqu'on effectue par le calcul la réduction du poids au vide, au lieu de le faire expérimentalement; cette erreur est toujours de même sens, conformément à la théorie.

Sels.	Densité.	Erreur sur 100^g.	Sels.	Densité.	Erreur sur 100^g.
KCl	1,97	32^{mg}	$CuSO^4$	3,58	12^{mg}
KNO^3	2,09	33	$ZnBr^2$	3,64	7
NaCl	2,14	18	$BaBr^2$	3,70	11
$MgCl^2$	2,17	21	$BaCl^2$	3,85	7
$CaCl^2$	2,20	20	$SrCl^2$	3,96	9
$KClO^3$	2,34	22	$SrBr^2$	4,21	7
$MnCl^2$	2,47	11	$AgNO^3$	4,34	9
$NiCl^2$	2,56	11	$NiBr^2$	4,64	6
KBr	2,69	22	$CdBr^2$	4,79	2
$CoCl^2$	2,90	7	$CoBr^2$	4,90	4
$FeCl^2$	2,98	3	Ag^2SO^4	5,40	6
NaBr	3,01	17	AgCl	5,50	3
$CdCl^2$	3,32	6	CuO	6,40	1

On voit, par ces données, que cette erreur est considérable, puisqu'elle atteint, pour un assez grand nombre de sels, $\frac{1}{10000}$ et même $\frac{2}{10000}$ et $\frac{3}{10000}$ du poids en valeur absolue; elle dépend de la densité du sel, de l'hygroscopicité et, à un haut degré, des conditions de l'expérience, notamment de la structure physique du sel pesé; par exemple, on a trouvé avec le chlorure de potassium fondu, en gros morceaux, 5^{mg}; en cristaux, 20^{mg}; en poudre fine, 32^{mg}. Il est donc difficile d'appliquer tels quels nos résultats à la correction des déterminations antérieures de poids atomiques, question que nous discuterons d'ailleurs dans un Mémoire détaillé. La seule conclusion sur laquelle nous insistions dans cette Note, c'est qu'il est, dès lors, complètement illusoire de peser les corps à plus de $\frac{1}{10000}$ près, ou de calculer les rapports atomiques avec une précision plus grande, toutes les fois que les poids de substances pulvérulentes, déterminés dans l'air, sont réduits au vide par le calcul; tel est, en particulier, le cas de la presque totalité des déterminations exécutées jusqu'à ce jour par les méthodes classiques.

PHYSIQUE. — *Sur l'influence probable du mouvement de la Lune sur la radioactivité atmosphérique. Conséquences météorologiques.* Note de M. **Paul Besson**, transmise par M. d'Arsonval.

Nous avons été frappé des variations constatées dans la radioactivité de l'atmosphère par différents auteurs tels que MM. Elster et Geitel, le Dr Gockel, M. Bellia en mai 1907 sur l'Etna, etc., etc.

Persuadé que la majeure partie de cette radioactivité vient du sol comme le croient du reste MM. Elster et Geitel, nous avons entrepris au cours des mois de juillet et d'août de 1908 et de 1909 une série d'expériences. Nous avons examiné les variations de radioactivité de la source d'Uriage-les-Bains.

Nous avons résumé nos premières expériences dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences le 9 novembre 1908.

Nous avons signalé que la radioactivité de la source principale d'Uriage-les-Bains variait avec la pression atmosphérique.

Voici les nombres que nous avons trouvés :

Pression atmosphérique.	Valeur de la radioactivité en mg : minute.
745mm	$n = 0,012$
740	$n = 0,015$
735	$n = 0,018$

Ces mesures ont été faites sur les gaz contenus dans 3^l d'eau; la valeur n est comptée en milligrammes : minute, rapportée à un volume de 10^l d'eau. Les appareils employés (¹) sont un électroscope de Curie modifié par MM. Chéneveau et Laborde, anciens préparateurs de Pierre Curie; ils sont construits par la Société centrale de Produits chimiques.

D'autres auteurs ont du reste déjà signalé la variation de la radioactivité en fonction de la pression atmosphérique.

Entre autres M. P. Zöln, dans le *Physik. Zeitschr.*, t. VI, 1905, p. 129, a montré que dans un puits de 60^m de profondeur la déperdition électrique de l'atmosphère suivait exactement les oscillations de la pression atmosphérique; quand le baromètre descend elle augmente, car l'émanation du sol augmente; quand il monte, elle diminue, car le dégagement est moins fort.

(¹) *Bulletin de la Société française de Physique*, 20 novembre 1908. — *Journal de Physique*, mars 1909. — *Revue scientifique*, 10 avril 1909.

La même constatation est faite par M. R. S. Schenk dans le *Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik*, 1905, qui indique que la radioactivité diminue nettement quand le baromètre monte.

Ayant observé déjà en 1908 d'autres variations que nous ne pouvions attribuer à la pression atmosphérique, nous avons pensé qu'elles pouvaient provenir, tout au moins en partie, du phénomène de la marée de l'écorce terrestre dont M. Charles Lallemand (¹) parle dans un remarquable article de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1909 et dans plusieurs Communications à l'Académie des Sciences.

La Lune en passant au méridien du lieu produit une marée de l'écorce; l'émanation du sol est maximum à ce moment, elle est par contre minimum au moment du passage au méridien antipode.

En 1908, nous n'avions pas fait systématiquement les expériences aux heures du passage au méridien ou du méridien antipode; mais les heures ayant été notées nous pouvons grouper toutes nos expériences dans le Tableau suivant :

Tableau I.

Opération.	Date.	Heure.	Pression.	Heure du passage au méridien.	Différence entre l'heure de puisée et celle du passage au méridien.	Valeur de la radioactivité n.
		h m	mm	h m	h m	
I....	20 juill. 1908	8	740	5.30	2.30	0,015
II....	22 juill. 1908	9	735	7.06	1.54	0,018
III....	24 juill. 1908	9.45	745	8.45	1	0,012
IV....	8 juill. 1909	16.39	742	4.14	12.25	0,009
V....	10 juill. 1909	18.05	745	5.43	12.22	0,008
VI....	13 juill. 1909	8.15	745	8.15	0	0,012
VII....	7 août 1909	16.50	740	4.30	12.20	0,010
VIII....	9 août 1909	17.33	745	6.13	11.20	0,008
IX....	12 août 1909	8.56	745	8.56	0	0,012
X....	14 août 1909	10.53	740	10.53	0	0,016

Dans ce Tableau :

La première colonne indique la date et l'heure de la prise d'échantillon;

La deuxième colonne indique la pression atmosphérique au moment;

La troisième colonne indique l'heure du passage au méridien du lieu, 3°23′26″ Est d'après l'*Annuaire du Bureau des Longitudes;* en tenant compte du mouvement propre de la Lune, la correction sur Paris est de 14 minutes 3 secondes;

(¹) Charles Lallemand, *Les marées de l'écorce terrestre* (*Annuaire du Bureau des Longitudes,* 1909).

La quatrième colonne indique la différence de l'heure entre la prise d'échantillon et le passage de la Lune au méridien;

La cinquième colonne indique la valeur n de la radioactivité.

En rangeant les expériences par ordre de pression croissante, on obtient le Tableau suivant :

TABLEAU II.

Pression atmosphérique en millimètres.	Différence entre les heures de puisée et de passage de la Lune au méridien.		
	0^h 1^h méridien.	$1^h 54^m$ $2^h 30^m$	$11^h 20^m$ $12^h 20^m$ $12^h 22^m$ $12^h 25^m$ méridien antipode.
735............		0,018 (II)	
740............	0,016 (X)	0,015 (I)	0,010 (VII)
742............			0,009 (IV)
745............	0,012 (III) 0,012 (VI) 0,012 (IX)		0,008 (V) 0,008 (VIII)

Si nous examinons les résultats portés dans le Tableau II, nous voyons :

1° Que pour une heure de puisée constante par rapport à celle du passage de la Lune au méridien, la radioactivité croît quand la pression atmosphérique décroît;

2° Que, à pression constante, la radioactivité est maximum pour le passage de la Lune au méridien, et minimum pour le passage au méridien antipode.

Nous ne pouvons bien entendu conclure absolument, le nombre de mes expériences est insuffisant; nous espérons qu'une série d'observations permettra d'établir le bien-fondé de notre hypothèse. Il sera également nécessaire d'étudier l'influence du coefficient de la marée, qui doit être de grande importance.

Si la loi de variation de la teneur d'émanation sortant du sol pouvait être établie, on connaîtrait la cause principale de la variation de la radioactivité atmosphérique.

La porosité du sol et la radioactivité des roches superficielles agissent également.

Si la Lune par son mouvement fait varier la radioactivité de l'atmosphère, on aura la preuve que notre satellite jouit bien, comme le pense la croyance populaire, d'une action primordiale sur les variations du temps en multipliant ou en réduisant les centres de condensation de la vapeur d'eau, en dehors des phénomènes de marée atmosphérique, de pression, de température et d'hygrométrie.

PHYSIQUE. — *Dissymétrie créée par le courant continu dans les chaînes liquides initialement symétriques formées de couples aqueux identiques à la viscosité près.* Note de M. **M. Chanoz**, transmise par M. d'Arsonval.

Dans des Notes antérieures (¹) j'ai prouvé que le courant continu traversant une chaîne aqueuse symétrique

$$\underset{[1]}{\mathrm{MR} \mid \mathrm{M'R'}} \mid \underset{[2]}{\mathrm{MR}}$$

y provoque une certaine dissymétrie décelable par la méthode électrométrique.

J'ai montré que cette dissymétrie consiste :

a. En des variations de concentration aux contacts [1] et [2] quand les électrolytes ont un ion commun;

b. En des variations de concentration et des réactions chimiques quand les électrolytes n'ont pas d'ion commun.

Pour étudier le mécanisme de la production de cette dissymétrie, j'ai été conduit à opérer sur des dissolutions de *même concentration*, du *même électrolyte*, mais rendues *différemment visqueuses* par l'adjonction de glycérine ou de sucre.

En opposant dans la chaîne symétrique la dissolution aqueuse ordinaire, la dissolution glycérinée ou sucrée de même concentration en électrolyte, j'ai constaté (par la méthode déjà décrite) que le passage du courant continu, à travers cette chaîne considérée, donne naissance aux phénomènes électriques $(V_1 - V_0)$, $(V_2 - V_0)$, caractéristiques d'une dissymétrie des contacts liquides (²).

Je fais l'hypothèse qu'il s'agit de phénomènes électriques engendrés par des variations inverses de la concentration de l'électrolyte unique utilisé aux contacts [1] et [2].

1° L'organisation de chaînes de concentration m'indique que tout se passe comme si cela avait réellement lieu.

2° Des essais portant sur des sels colorés prouvent effectivement qu'il en est bien ainsi.

(¹) M. Chanoz, *Comptes rendus*, 4 janvier, 8 mars et 13 avril 1909.

(²) J'ai également opéré sur des dissolutions d'électrolytes solidifiées par de la gélatine, de l'agar-agar.

En opérant par exemple avec le bichromate de K et le sucre, on constate nettement que la chaîne

Solution sucrée | Solution aqueuse | Solution sucrée,
[1] [2]

traversée de gauche à droite de l'observateur, subit des modifications dans l'intimité de sa couleur orange. Si l'on utilise une dissolution fraîche $\frac{N}{50}$, on voit la teinte diminuer en [2] et augmenter en [1] dans la liqueur aqueuse au bout d'un certain temps.

La substance visqueuse ralentit la vitesse des ions de l'électrolyte. On peut rendre compte de la dissymétrie engendrée par le courant en admettant que dans des milieux différemment visqueux, les ions de l'électrolyte considéré se propagent avec des vitesses *relatives* différentes :

$$\frac{u}{u+v}, \quad \frac{u'}{u'+v'} \text{ (pour l'anion)}; \quad \frac{v}{u+v}, \quad \frac{v'}{u'+v'} \text{ (pour le cathion)}.$$

La théorie des phénomènes conduit aux résultats suivants rapportés aux dissolutions aqueuses $\frac{N}{20}$ à $\frac{N}{100}$:

1° La glycérine ralentit davantage l'anion que le cathion pour HCl et NaOH.

2° Le saccharose ralentit davantage :

a. L'anion que le cathion pour : HCl; SO^4H^2; NaCl; $CuCl^2$; KI; CdI^2; SO^4Na^2; SO^4Mg; AzO^3AzH^4; azotate d'urane; bichromate de potasse $FeCy^6K^4$;

b. Le cathion que l'anion pour : KCl; AzO^3K; $(AzO^3)^2Mn$; $(AzO^3)^2Pb$.

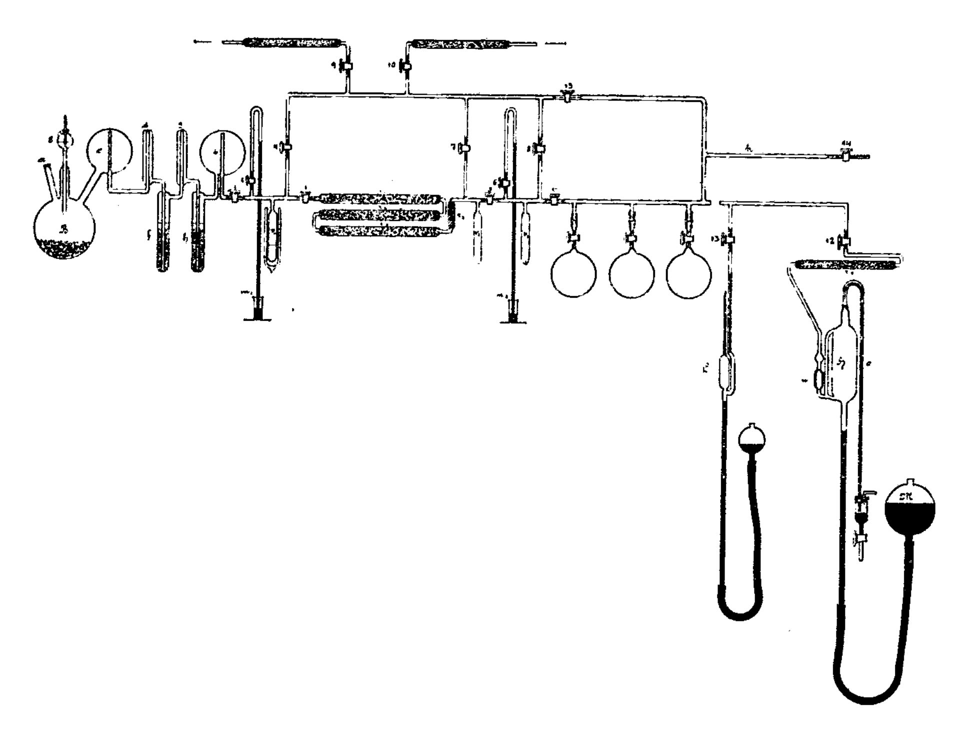
CHIMIE. — *Revision de la densité du gaz chlorhydrique, poids atomique du chlore*. Note de M. **Otto Scheuer**, présentée par M. Georges Lemoine.

Les déterminations récentes de la densité du gaz HCl ont donné pour le poids du litre normal : 1,6407 [Leduc (1)]; 1,6398 [Guy et Ter-Gazarian (2)]; 1,6397 [Gray (3)]; 1,63885 [Gray et Burt (4)]. En raison de la

(1) *Recherches sur les gaz*. Paris, Gauthier-Villars, 1898.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1233.
(3) *Proc. Chem. Soc.*, t. XXIII, 1907, p. 119.
(4) *Proc. Chem. Soc.*, t. XXIV, 1908, p. 215.

discordance de ces résultats, et notamment des deux séries de M. Gray, il nous a paru nécessaire de procéder à de nouvelles mesures; nous avons appliqué la méthode des ballons avec remplissage simultané et pesée d'un nombre relativement grand de ballons; on verra plus loin que deux séries d'observations ont été effectuées avec remplissage simultané de six ballons.

L'appareil employé, construit en verre soudé, est représenté par la figure ci-dessous, où l'on voit depuis la gauche : les appareils générateurs de gaz HCl (H^2SO^4 et NaCl) avec deux barboteurs à H^2SO^4, ainsi que trois ampoules v_1, v_2, v_3 pour la distillation fractionnée du gaz, desséché complètement à travers les tubes r_1, r_2, r_3 à P^2O^5; à la suite, six ballons (précédemment calibrés et étudiés au laboratoire) peuvent être remplis simultanément; à droite se trouvent la pompe à mercure et le vacuomètre L.



Le mode opératoire sera décrit dans le Mémoire détaillé; il est comparable à celui adopté pour les mesures faites antérieurement à Genève. Sept séries de remplissages comprenant vingt-huit déterminations ont été effectuées avec du gaz HCl soigneusement purifié et ont donné les résultats suivants pour le poids du litre normal : $t = 0°$, $H = 760^{mm}$, $h = 0$, $\lambda = 45°$, toutes corrections faites pour l'écart de compressibilité entre la pression de fermeture et la pression normale, la contraction par le vide, et la réduction des pesées au vide.

La concordance entre les moyennes par ballons et par séries est frappante,

surtout si l'on remarque que la précision de la méthode ne permet pas de garantir la 5e décimale; aussi adoptons-nous comme valeur finale la moyenne arithmétique de nos 28 observations, arrondie à 4 décimales, soit $L_{norm} = 1^{g},6394$; la densité par rapport à l'air est alors $1^{g},2681$; et par rapport à l'oxygène, $1^{g},1472$.

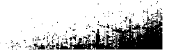
Volumes.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	Moyennes.
cm³	g	g	g	g	g	g	g	g
317,59...	»	1,63940	1,63887	»	1,63933	1,63968	1,63928	1,63931
349,60...	1,63935	1,63968	1,63977	»	1,63933	1,63941	1,63962	1,63953
385,01...	1,63959	1,63945	1,63951	1,63943	1,63931	1,63944	1,63932	1,63944
527,66...	1,63939	1,63987	1,63892	»	1,63942	1,63895	1,63928	1,63930
578,75...	»	1,63983	1,63938	»	»	»	»	1,63960
893,16...	»	1,63932	1,63943	»	»	»	»	1,63938
Moyennes.	1,63944	1,63959	1,63931	1,63943	1,63935	1,63937	1,63937	

Nous avons appliqué à ces résultats les méthodes actuellement en usage pour la détermination physico-chimique du poids moléculaire, en utilisant dans ce but les constantes critiques déterminées par M. Leduc et par M. Briner (1) ou le coefficient de compressibilité déterminé à 16° entre 0 et 2 atmosphères par MM. Leduc et Sacerdote (2). En retranchant du poids moléculaire de gaz HCl le poids atomique de l'hydrogène (1,008), on obtient les valeurs suivantes pour le poids atomique du chlore :

Méthodes de correction.	Constantes critiques (Leduc).	Constantes critiques (Briner).	Compressibilité (Leduc et Sacerdote).
Volumes moléculaires...........	35,442	35,445	»
Densités limites directes........	»	»	35,449
Densités limites indirectes.......	35,452	35,454	»
Réduction des éléments critiques.	35,443	35,446	»

En attendant qu'on ait déterminé à nouveau sur du gaz HCl soigneusement purifié les éléments physiques dont dépend la correction d'écart à la loi d'Avogadro, on peut conclure que nos mesures conduisent pour le poids atomique du chlore à un nombre certainement très voisin de Cl = 35,45.

(1) Leduc, *Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 648. — Briner, *Journ. de Chim. phys.*, t. IV, 1906, p. 479.
(2) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 297. — D. Berthelot, *Zeitsch. f. Elektrochemie*, t. X, 1904, p. 624.



CHIMIE PHYSIQUE. — *Analyse spectrographique des blendes.* Note de M. G. Urbain, présentée par M. A. Haller.

Nous avons observé, MM. A. del Campo, Clair Scal et moi, la présence du germanium dans la blende de Los Picos de Europa, une blende de Turquie et une blende du Mexique.

L'argyrodite, minéral très rare, étant la seule substance d'où le germanium ait été extrait, il était intéressant d'étudier les blendes dans le but de rechercher si certaines d'entre elles ne pourraient servir avantageusement de matière première pour la préparation du germanium.

J'ai examiné 64 échantillons de blendes différentes et de provenances variées.

La méthode que j'ai employée dans ce but est celle des spectres d'arc. Un petit fragment du minéral est placé dans une cavité creusée dans le charbon positif. Avec le spectrographe de quartz que j'utilise, la pose nécessaire est d'environ $\frac{1}{10}$ de seconde, et la quantité de matière consommée peut être inférieure à 1^{mg}.

Sur la même plaque, je photographie le spectre d'arc du fer qui sert de spectre de référence et le spectre des électrodes (avant d'y placer la matière à étudier). Cette précaution permet d'éliminer les raies parasites provenant des impuretés contenues dans les charbons.

Mes mesures ont porté depuis la raie 2663,3 du plomb jusqu'à la raie 3403,8 du cadmium, région du spectre ultra-violet parfaitement connue aujourd'hui. Les régions plus lointaines de l'ultra-violet encore insuffisamment étudiées ne permettraient pas l'attribution certaine des raies très faibles sur lesquelles l'attention doit se fixer spécialement dans la recherche des traces. La région ultra-violette plus voisine du spectre visible est envahie par les bandes du spectre du carbone qui rendent les observations incertaines pour de faibles dispersions.

Entre ces limites, je me suis astreint à ne négliger aucune raie, si faible soit-elle. Les spectres des blendes sont d'ailleurs simples; c'est en général la présence du fer qui les complique. Mais les raies nombreuses de cet élément ne gênent en rien les mesures, puisqu'elles coïncident avec celles du spectre de référence. Certaines blendes renferment en outre du manganèse dont le spectre est, comme l'on sait, très riche en raies; dans ce cas, je photographie le spectre du manganèse au-dessous du spectre à étudier, ce qui simplifie immédiatement les observations. En cas d'incertitude dans l'attribution de certaines raies, on peut contrôler ou rectifier par cette méthode les conclusions auxquelles les mesures ont conduit l'observateur.

Je ne puis évidemment entrer ici dans le détail de cette étude, qui sera complètement développée dans un Mémoire ultérieur. Je me bornerai à signaler quelques-uns des résultats obtenus :

Sur 64 blendes, 38 présentaient nettement le spectre du germanium. Parmi celles-ci, 5 contenaient cet élément en proportions telles que toutes ses raies pouvaient être observées. Les provenances de ces minéraux sont les suivantes : Webb City (Missouri); Stolberg près Aix-la-Chapelle; Turquie d'Europe; Raibl (Corinthie); Mexique.

Dans plusieurs blendes où la présence du germanium n'avait pu être décelée directement, j'ai vu apparaître le spectre caractéristique à la suite de traitements appropriés qui seront ultérieurement décrits.

Le germanium est à peu près aussi répandu dans les blendes que l'indium. La présence de ce dernier a été constatée dans 41 blendes et, parmi celles-ci, 3 étaient remarquablement riches. Elles provenaient des localités suivantes : Zinnwald ([1]), Wirtzborn (Nassau), Scharfenberg (Saxe).

Les blendes riches en germanium sont généralement riches en gallium et sont, au contraire, pauvres en indium. Sur les 22 blendes les plus riches en germanium parmi celles qui présentaient le spectre de ce corps, il n'y en avait que 2 qui renfermaient de l'indium en quantité sensible, et il y en avait 12 qui n'en contenaient pas trace.

Presque toutes les blendes renferment du gallium. Sur les 64 blendes examinées, il n'y en a que 5 dans lesquelles la présence du gallium ne pouvait être affirmée. Les blendes très gallifères contiennent généralement plus de germanium que d'indium.

L'argent et le cuivre se trouvent dans les blendes au même titre que le gallium. Toutes les blendes examinées renferment du cadmium et du plomb.

En ce qui concerne les autres éléments, il peut être intéressant de signaler que sur 64 blendes, 32 ont révélé directement la présence de l'étain, 26 de l'antimoine, 14 du cobalt, 10 du bismuth, 9 de l'arsenic et 5 du molybdène. La présence du fer est très fréquente, ainsi que celle du manganèse. Par des concentrations chimiques j'ai pu mettre en évidence la présence simultanée de presque tous ces corps dans toutes les blendes que j'ai traitées. Les nombres précédents donnent donc seulement l'ordre de leur rareté relative dans ce minéral.

([1]) La blende indifère de Zinnwald m'a été envoyée spécialement par le professeur Eberhard, de Potsdam.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'acide hexahydro-oxybenzoïque.* Note de M. **P.-J. Tarbouriech**, présentée par M. A. Haller.

L'acide hexahydro-oxybenzoïque $C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow OH\end{matrix} \\ OH \end{matrix}\right.$ (1) a été obtenu pour la première fois par Hans Bucherer [1] à partir de la cyclohexanone. La production de ce corps est devenue particulièrement commode depuis que la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens a permis d'obtenir facilement des quantités considérables de la cétone hydro-aromatique qui sert de matière première.

La préparation de l'acide hexahydro-oxybenzoïque résulte de l'action du cyanure de potassium sur la cyclohexanone, décomposition du composé potassique ainsi formé par HCl dilué, et hydratation du nitrile par HCl concentré :

$$C^6H^{10}O \rightarrow C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix} CN \\ OK \end{matrix}\right. \rightarrow C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix} CN \\ OH \end{matrix}\right. \rightarrow C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix} C\begin{matrix}\nearrow O \\ \searrow OH\end{matrix} \\ OH \end{matrix}\right. .$$

Le même auteur a préparé les sels d'argent et de calcium de l'acide hexahydro-oxybenzoïque; c'étaient les seuls dérivés connus jusqu'à ce jour. Nous avons repris la préparation de l'acide et effectué celle d'un certain nombre de ses sels et de ses éthers-sels, qui sont devenus la matière première de recherches ultérieures.

Nitrile de l'acide hexahydro-oxybenzoïque $C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix} CN \\ OH \end{matrix}\right.$. — Au lieu de faire réagir CAzK sur la cyclohexanone en solution éthérée comme l'indique Hans Bucherer, il est plus simple d'ajouter à la cétone une solution très concentrée de CAzK en léger excès. Il y a dégagement de chaleur et solidification de la masse; par traitement avec HCl au $\frac{1}{10}$ on obtient une huile qui, après lavage au carbonate de potasse, à l'eau et dessiccation sur SO^4Na^2 anhydre, est constituée par un mélange de nitrile et d'une petite quantité de cyclohexanone. On enlève facilement la cétone en excès par fractionnement dans le vide. Quant au nitrile, il ne se laisse distiller sous aucune pression. Vers 110°, sous 18mm, il commence à se décomposer en ses éléments, CAzH et cyclohexanone.

Dérivé potassique du nitrile $C^6H^{10}\left\langle\begin{matrix} CN \\ OK \end{matrix}\right.$. — La masse blanche solide qui prend naissance dans l'action de CAzK en solution concentrée sur la cyclohexanone, résulte

(1) *Ber. der deutsch. chem. Gesellsch.*, t. XXVII, 1894, p. 1230.

d'une combinaison équimoléculaire de ces deux composants. C'est le dérivé potassique du nitrile. Il a, en effet, pour formule $C^6H^{10}<{}^{CN}_{OK}$. Ce produit se dissout dans l'eau qui le dissocie lentement, il est insoluble dans les dissolvants organiques.

Acide hexahydro-oxybenzoïque $C^6H^{10}<{}^{C\diagup\!\!\!\diagup O \atop \diagdown OH}_{OH}$. — On l'obtient en hydratant le nitrile brut par HCl fort. Il est un peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, d'où il cristallise en prismes aciculaires volumineux. Il se dissout également bien dans l'éther. Purifié par plusieurs redissolutions dans le carbonate de potasse, reprécipitation par HCl et cristallisation dans l'alcool, il fond à 107°.

Hexahydro-oxybenzoate de potassium $C^6H^{10}<{}^{C{=O \atop -OK}}_{OH}$, H^2O. — Ce sel est extrêmement soluble dans l'eau, d'où il cristallise difficilement en minces paillettes contenant 1^{mol} d'eau. Il est peu soluble dans l'alcool fort, qui le dissout cependant à l'ébullition et le laisse déposer par refroidissement en cristaux volumineux durs et maclés.

Éther méthylique $C^6H^{10}<{}^{C{=O \atop -OCH^3}}_{OH}$. — On l'obtient facilement en éthérifiant l'acide brut par CH^3OH en présence d'acide sulfurique. C'est un liquide incolore bouillant à 103° sous 17^{mm}.

Éther éthylique $C^6H^{10}<{}^{C{=O \atop -OC^2H^5}}_{OH}$. — Préparé d'une manière identique au précédent, il bout à 111° sous 18^{mm}.

Éther iso-amylique $C^6H^{10}<{}^{C{=O \atop -OC^5H^{11}}}_{OH}$. — Point d'ébullition : 142° sous 18^{mm}.

Amide de l'acide hexahydro-oxybenzoïque $C^6H^{10}<{}^{C{=O \atop -AzH^2}}_{OH}$. — Se forme par l'action de l'ammoniaque aqueuse concentrée sur l'éther méthylique. Point de fusion : 124°.

Action de l'iodure de méthylmagnésium sur l'éther méthylique. — Quand on fait réagir, suivant la méthode de Grignard, l'iodure de méthylmagnésium sur l'éther méthylique de l'acide hexahydro-oxybenzoïque, on obtient le remplacement normal de l'atome d'oxygène du carboxyle par deux radicaux CH^3,

$$\underset{\displaystyle OH}{\overset{}{C^6H^{10}}} - \overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}OH \rightarrow \underset{\displaystyle OH}{C^6H^{10}} - \underset{\displaystyle OH}{C}<{}^{CH^3}_{CH^3}.$$

Le glycol bitertiaire ainsi obtenu se présente en aiguilles blanches à odeur camphrée, peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, très solubles dans l'éther; on l'obtient en gros cristaux de sa solution dans l'alcool à 40°. Il fond à 83°.

Suivant une réaction dont M. Bouveault a récemment constaté le caractère général [1], ce composé est oxydé par CrO^3 en milieu acétique, en donnant naissance à un mélange de propanone et de cyclohexanone. Cette réaction met en évidence la structure du composé qui est celle d'une pinacone.

Effectivement le propanol-2-cyclohexanol se déshydrate sous l'action de certains acides en donnant simultanément une pinacoline et un carbure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle série de leucobases et de matières colorantes dérivées du diphényléthène.* Note de M. **P. Lemoult**, présentée par M. Jungfleisch.

Les dérivés alcoylés du *pp*-diamidodiphényléthène (voir ce recueil, t. CXLIX, année 1909, p. 348) que M. Busignies a préparés sur mes indications, présentent, à côté de leurs propriétés attendues (basicité, fixation d'hydrogène, etc.), une propriété tout à fait inattendue et curieuse. J'ai en effet constaté que ces composés sont des leucobases, au même titre que les dérivés correspondants du diphénylméthane.

Pour justifier cette affirmation, il suffit de montrer qu'ils prennent sous l'action des oxydants une coloration fortement marquée, et que les liqueurs colorées ainsi obtenues sont capables de teindre en donnant des gammes de nuances.

1° *Formation des colorants.* — A l'air libre, une solution légèrement acidulée par l'acide acétique de tétraméthyldiamidodiphénylpropène, pris comme type, se colore assez rapidement en bleu; et un papier-filtre, imprégné de cette solution, prend une franche coloration bleue; le phénomène a la même netteté qu'avec les leucobases du di- ou triphénylméthane.

En raison des oxydants actifs en milieu acide, le phénomène prend une intensité beaucoup plus considérable; on peut employer, à volonté, les peroxydes comme le bioxyde de plomb, les bichromates, les permanganates, etc., et même certains dérivés chlorés comme $PtCl^4$; on obtient des liqueurs fortement colorées en bleu à condition toutefois de ne pas employer un excès d'oxydant qui fait disparaître toute coloration.

La formation de colorant la plus caractéristique est celle qui se produit quand la liqueur acide de leucobase reçoit quelques gouttes d'une solution étendue de nitrite; instantanément apparaît une magnifique coloration bleu pur, très intense et qui augmente jusqu'à une certaine limite (environ

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 706.

1^{mol} du nitrite pour 1^{mol} de leuco) quand on augmente la quantité de nitrite. Bien que ce point ne soit pas encore entièrement élucidé, il me semble que le nitrite agit ici comme fournisseur d'oxygène, sans apporter d'azote à la molécule colorée. Ce phénomène très net se produit avec d'autres leucobases qui donnent les colorations suivantes :

Tétraméthyldiamidodiphényléthène..............	Vert
Tétraéthyldiamidodiphényléthène................	Vert
Tétraméthyldiamidodiphénylpropène..............	Bleu pur
Tétraéthyldiamidodiphénylpropène...............	Bleu pur
Tétraméthyldiamidodiphénylphényléthène.........	Bleu verdâtre
Tétraéthyldiamidodiphénylphényléthène..........	Bleu vert

et avec des produits monoamidés dialcoylés qui donnent des liqueurs jaune plus ou moins orangé.

2° *Teinture*. — Les solutions obtenues ci-dessus avec les oxydants ordinaires ou, de préférence, avec les nitrites, se prêtent très bien aux essais de teinture sur coton mordancé au tanin qui épuise à froid les bains de teinture quand ils sont légèrement chargés en colorants. Le mieux pour obtenir des gammes régulières de nuances est d'associer à un même poids de textile des quantités croissantes de leucobase correspondant à 0,1; 0,2; 0,3; ..., pour 100 du textile ; puis d'ajouter, dans le bain ainsi préparé, les quantités croissantes et calculées d'une liqueur très étendue de nitrite de sodium ; le colorant se produit instantanément et la teinture peut commencer. On obtient des nuances dont l'intensité est à peu près du même ordre que celles qu'on obtiendrait avec les colorants du di- ou du triphénylméthane.

La production des colorants à partir des leucos et le phénomène ultérieur de la teinture, au lieu d'être attribués, comme je l'ai fait, aux composés éthyléniques initiaux, pourraient être attribués à des produits de décomposition de ces composés. On pourrait, entre autres, objecter à ce qui précède que, par exemple, le tétraméthyldiamidodiphénylpropène se scinde, par fixation d'eau, en fournissant, d'une part, de l'acétaldéhyde et, d'autre part, du tétraméthyldiamidodiphénylméthane auquel devraient être attribués les phénomènes de coloration et de teinture. Cette objection est facile à lever ; en effet, si cette réaction de scission se produisait, les liqueurs de leucobases devraient fournir le dérivé méthanique, facile à isoler et à caractériser ; or elles ne donnent que la leuco initiale, à moins qu'elles n'aient été longtemps en contact avec l'atmosphère, auquel cas elles donnent de la tétraméthyldiamidobenzophénone par une réaction sur laquelle je reviendrai ultérieurement. D'autre part, si la scission en dérivé méthanique avait lieu,

le colorant formé, provenant toujours de ce dérivé, devrait être le même quelle que soit la leucobase initiale, puisque ce serait l'hydrol de Michler; on a vu qu'il n'en est rien, puisque les colorations obtenues varient du vert au bleu, alors que l'hydrol est bleu violacé; en outre, si l'hydrol était présent dans les solutions colorantes, celles-ci devraient donner, par condensation avec la diméthylaniline, par exemple, la leucobase du violet hexaméthylé qu'on ne trouve pas dans les produits obtenus. Enfin la présence, dans les solutions de leucobases, du dérivé méthanique n'expliquerait pas la production de colorants à l'aide des solutions de nitrites, puisque le tétraméthyldiamidodiphénylméthane en liqueur acide ne se colore pas par le nitrite, comme le font lesdites solutions.

Ces diverses raisons permettent de penser que les dérivés amido-alcoylés du diphényléthène doivent leurs propriétés de leucobases, non pas à des produits de décomposition hypothétique, mais à leur constitution propre, et que, par suite, ils forment une série nouvelle de leucobases; les parties fondamentales de cette constitution sont mises en évidence dans la formule suivante :

$$\begin{matrix} H \\ R_3 \end{matrix} \Big> C = C \Big< \begin{matrix} C^6H^4 - Az(R_1)^2 \\ C^6H^4 - Az(R_2)^2 \end{matrix}$$

qui place en évidence 2[at] de carbone particuliers : un carbone central (comme dans les leucos du diphénylméthane) et un carbone éthylénique sur lequel il paraît nécessaire que soit fixé au moins 1[at] d'hydrogène.

Le meilleur moyen d'établir définitivement la nouveauté des leucobases éthyléniques serait de fixer la constitution des nouveaux colorants qu'elles engendrent; je pense y parvenir en continuant l'étude de cette série que je voudrais pouvoir me réserver.

MINÉRALOGIE. — *Sur les cristaux liquides des combinaisons de la cholestérine et de l'ergostérine avec l'urée.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

J'ai montré dans des Notes antérieures ([1]) que la cholestérine et l'ergostérine, en se combinant avec l'orcine, la glycérine, l'acide glycolique ([2]), etc.,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 722; t. CXLVII, 1908, p. 498; *Bull. Soc. fr. de Minéralogie*, t. XXXII, 1909, p. 62.

([2]) Depuis j'ai constaté qu'avec l'acide malique on obtient aussi des cristaux liquides très visqueux.

donnent des composés présentant une phase liquide biréfringente ; ces deux corps peuvent aussi se combiner avec l'urée normale, l'urée sulfurée et les urées composées à radicaux alcooliques (phénylurée, phénylsulfourée, thiosinnamine, monobenzylurée, etc.) et c'est l'étude des cristaux de la phase liquide biréfringente de cette nouvelle série de composés qui forme l'objet de cette Note.

Les produits sont obtenus en chauffant sur une lame de verre porte objet de la cholestérine ou de l'ergostérine avec une urée.

La réaction se fait très rapidement, puisque, quelques secondes après la fusion complète, les cristaux liquides peuvent être observés au microscope. Avec les différentes urées, la phase liquide biréfringente présente quelques caractères particuliers qu'un excès de cholestérine fait ressortir parfois encore davantage.

Avec la thiourée, la thiosinnamine, la phénylsulfourée, le liquide isotrope donne, en devenant anisotrope, des cristaux liquides très allongés, losangiques ayant tous les caractères de ceux du glycolate de cholestérine et du butyrate d'ergostérine. Leurs molécules s'orientent aussi de manière que leur axe optique soit perpendiculaire à la lame de verre, de telle sorte qu'en formant des plages obscures avec les nicols croisés, les cristaux très biréfringents, uniaxes et positifs, d'abord disposés horizontalement, ont l'apparence de se dissoudre de nouveau.

Avec l'urée normale, le phénomène est différent. Le liquide isotrope refroidi donne d'abord de tout petits sphérolites à croix noire montrant au début la teinte grise de premier ordre. Ces sphérolites s'accroissent rapidement et en lumière naturelle on voit un petit point noir là où les deux bras de la croix noire se rencontrent. Avec l'analyseur, ce point est remplacé par deux taches très rapprochées l'une de l'autre dont la ligne de jonction est perpendiculaire à la section principale du nicol. Ce fait a été observé par M. O. Lehmann dans d'autres substances. Les petits sphérolites se réunissent parfois entre eux pour former des individus pouvant avoir $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre et montrant par conséquent une série d'anneaux concentriques avec de belles teintes de polarisation (jusqu'au quatrième ordre).

Les bandes biréfringentes correspondant aux bandes huileuses de M. O. Lehmann, les sphérolites allongés et les bandes formés par les sphérolites disposés sur une ou deux rangées présentent de nombreuses particularités sur lesquelles je n'insiste pas; je me borne à signaler le mode de formation que montrent parfois de gros sphérolites. Ces derniers commencent par être formés par un secteur qui s'accroît surtout sur les

bords limités par les deux rayons, l'angle de ce secteur augmente donc progressivement et il se produit finalement un cercle parfait, comme lorsqu'on ouvre un éventail japonais.

Ces gros sphérolites écrasés par une aiguille appliquée sur la lamelle et à leur centre s'étalent davantage, se séparent même plus ou moins en secteurs et se reforment de nouveau quand la pression cesse si l'expérience est faite avec soin. Quand un petit sphérolite touche un gros sphérolite, ce dernier s'ouvre parfois au point de contact et absorbe le premier de façon que sa substance soit à peu près répartie sur un secteur, de telle sorte que toutes les molécules du gros sphérolite sont ainsi légèrement déplacées.

Les cristaux de la phase liquide anisotrope des combinaisons de la cholestérine avec l'urée normale, l'urée sulfurée, etc., ne présentent pas de surfusion ou du moins cette dernière n'est guère évidente. Il n'en est pas de même de la combinaison avec la thiosinnamine. Les cristaux liquides de cette substance conservent leur forme, alors que le liquide est complètement solidifié à la température ordinaire. Les cristaux solides ne se produisent plus, il faut chauffer de nouveau la plaque pour que la cristallisation se produise.

Les cristaux liquides des mêmes composés de l'ergostérine sont plus visqueux et plus difficilement fusibles que ceux de la cholestérine, mais ne présentent rien de particulier.

Les cristaux solides de toutes ces combinaisons, produits sur une lame de verre, se groupent en faisceaux ou en sphérolites plus ou moins bien formés, en général fort irréguliers, mais avec la cholestérine et la monobenzylurée, ces sphérolites sont remarquables par leur dimension, leur régularité, la finesse de leurs fibres et la variation de leur biréfringence sous l'influence de la chaleur.

En résumé, les combinaisons de la cholestérine et de l'ergostérine avec l'urée normale et les uréines donnent une phase liquide anisotrope. En général avec les urées sulfurées, il se produit des cristaux losangiques, alors qu'avec l'urée normale et d'autres uréines on observe habituellement des sphérolites ou des gouttes liquides biréfringentes.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les* Dioscorea *cultivés en Afrique tropicale et sur un cas de* sélection naturelle *relatif à une espèce spontanée dans la forêt vierge.* Note (1) de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Edm. Perrier.

On observe en grande quantité dans la forêt vierge de l'Afrique occidentale et dans les galeries forestières de la zone guinéenne, à travers la longue

(1) Présentée dans la séance du 4 octobre 1909.

bande qui va des sources du Niger aux sources du Chari, une espèce d'igname sauvage qui se rattache, sans nul doute, au *Dioscorea prehensilis* Benth.

Bien que la description originale soit très incomplète, l'espèce est nettement caractérisée par les tiges cylindriques épineuses et glauques, sans tubercules aériens, par les feuilles simples cordées à la base, par les fleurs en longues grappes simples, pendantes et lâches, isolées ou insérées en petit nombre à l'aisselle des feuilles supérieures, à lobes du périanthe petits, arrondis et glabres, enfin par les fruits plus larges que longs, à ailes semi-orbiculaires pruineuses à la surface et renfermant dans chaque loge deux graines aplaties bordées d'une aile membraneuse formant un disque complet, de sorte que l'espèce appartient à la section *Eudioscorea* Baker.

Dans la même zone que celle où vit cette plante à l'état spontané et surtout dans la zone qui la limite au Nord (partie sud de la brousse soudanaise où il tombe de $0^m,80$ à $1^m,50$ d'eau par an et où la saison des pluies s'étend de mars à novembre), les indigènes cultivent avec beaucoup de soin un très grand nombre de races d'ignames. Leurs tubercules jouent un rôle important dans l'alimentation de plusieurs millions d'hommes; certaines peuplades comme les Baoulés, les Achantis, quelques tribus de Sénoufos et de Mandés, les populations du nord du Dahomey, etc., vivent même presque exclusivement de ces tubercules.

Nous venons de parcourir dans la saison favorable à la végétation des *Dioscorea* la haute Côte d'Ivoire et le Baoulé où cette culture est particulièrement développée et nous avons fait une étude de ces végétaux aussi attentive que possible.

Il existe dans cette région plus de 30 races d'ignames cultivées se rattachant à trois espèces principales, en donnant à l'expression *espèce*, son sens linnéen.

1° Quelques formes se rattachent au *Dioscorea latifolia* Benth, qui lui-même, d'après Baker, est englobé par le *D. sativa* L. (*Dana*, en soudanais nigérien). Il est rare en Afrique occidentale, mais très répandu en Afrique centrale, spécialement dans le Haut-Oubangui où l'on cultive non seulement des formes alimentaires, mais aussi des formes toxiques (renfermant probablement de l'acide cyanhydrique) regardées comme *fétiches* par les indigènes et jouissant de la merveilleuse propriété d'éloigner les voleurs. En réalité, comme dans chaque champ il existe des bons et des mauvais tubercules et qu'il n'y a pas possibilité de les distinguer, et comme le cultivateur seul connaît l'emplacement où il a planté les espèces alimentaires, il en résulte qu'aucun étranger n'ose cueillir des tubercules auxquels peuvent être mélangées des sortes vénéneuses.

2° Une espèce plus cultivée et présentant d'assez nombreuses variétés dont une peut

produire en 6 mois 30^{kg} de tubercules par touffe est le *Dioscorea alata* L., bien reconnaissable à sa tige quadrangulaire, ailée, inerme et dépourvue de tubercules aériens.

On l'observe fréquemment dans les champs d'ignames de la Côte d'Ivoire, mais il est rare qu'elle occupe le tiers des plantations.

On ne connaît pas son origine, mais elle paraît cultivée en Afrique depuis une très haute antiquité; nous l'avons observée depuis le Sénégal jusqu'au Congo.

3° Mais l'espèce de beaucoup, la plus répandue en Afrique occidentale et qui forme pour ainsi dire le fond des plantations, présente tous les caractères généraux attribués ci-dessus au *Dioscorea prehensilis* spontané dans la forêt vierge.

Cet igname comprend dans le Baoulé seulement, plus de 20 races distinctes que tous les cultivateurs indigènes savent parfaitement distinguer et à chacune desquelles ils donnent des soins particuliers.

Ces races se distinguent déjà à l'extérieur par le degré de fréquence des épines sur la tige, par la ramification et l'allongement des branches, par la couleur, la dimension et la forme des feuilles. Mais elles diffèrent surtout par le tubercule tantôt très allongé, tantôt presque globuleux, à pelure blanche ou grisâtre, à chair blanche, jaune ou rosée, très mucilagineuse ou simplement aqueuse, de saveur douce ou amère. Il existe des races hâtives et des races tardives, des sortes qui doivent être mangées aussitôt arrachées et d'autres qu'on peut conserver dans les cases presque une année. On en trouve qui donnent des rendements très élevés, mais sont peu appréciées pour l'alimentation de l'homme, et d'autres produisant des tubercules de petite taille, mais de saveur très fine comparable à nos meilleures variétés de pommes de terre.

Nous n'hésitons pas à rattacher au *Dioscorea prehensilis* Benth toutes ces races, et l'examen d'exemplaires d'herbiers ne permettrait pas de les distinguer.

Un caractère très remarquable au point de vue biologique, mais de peu d'importance en systématique, sépare le *Dioscorea prehensilis* spontané dans la forêt vierge de ceux qui existent à l'état cultivé dans les régions avoisinantes.

La forme sauvage a le sommet des tubercules (longs parfois de $0^m,70$ à 1^m) toujours garni de longs rhizomes ligneux hérissés de grandes épines aiguisées. Ces rhizomes forment en terre un buisson épais autour du tubercule; beaucoup d'épines et même quelques rhizomes font saillie en dehors du sol. Les formes cultivées du *Dioscorea prehensilis* ne présentent pas ces rhizomes; quelques races portent encore au sommet du tubercule des filaments épineux, mais ils sont exceptionnels, grêles et courts.

GÉOLOGIE. — *Sur la position stratigraphique des couches à* Heterodiceras Lucii *Defr., au Salève.* Note de MM. **E. Joukowsky** et **J. Favre**, présentée par M. Michel Lévy.

Une étude détaillée d'affleurements non encore décrits nous a permis de relever une coupe complète montrant *la couche à* Heterodiceras Lucii *Defr. superposée au Purbeckien fossilifère*, et en outre nous avons pu constater que ce dernier repose sur de puissantes masses calcaires à oolites de grosseur variable où se trouve un niveau à Dicératidés, séparé de la couche à *Heterodiceras Lucii* par une épaisseur de 130^m.

La couche à *Heterodiceras Lucii* qu'on peut poursuivre sur toute la longueur du Salève avec une épaisseur sensiblement constante ne contient les *Heterodiceras* que d'une manière sporadique. Cette couche est séparée du Purbeckien sous-jacent par une épaisseur d'environ 20^m de calcaires oolitiques plus ou moins spathiques.

Il résulte de cela que *la couche à* Heterodiceras Lucii *se place nettement à la base du Valanginien.* Ce dernier débute, au contact avec le Purbeckien, par un calcaire oolitique qui ne nous a pas fourni de fossiles caractéristiques, si ce n'est quelques fragments d'Ammonites mal conservés.

La cause de la confusion qui a persisté dans la stratigraphie des couches voisines du Purbeckien est tout d'abord la faille parallèle à la face N.W. du Salève, qu'Alphonse Favre avait bien observée, mais dont il ne paraît pas avoir déterminé exactement le rejet, et ensuite le fait que le Purbeckien fossilifère n'avait jamais été observé en place. En effet, le gisement de Veyrier signalé par G. Maillard appartient à de grandes masses éboulées.

Une étude monographique détaillée de l'ensemble de la chaîne du Salève nous fournira l'occasion de préciser davantage la stratigraphie de la région.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition des granites au Congo français.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. A. Lacroix.

Les collections géologiques du Muséum d'Histoire naturelle concernant le Congo français, notamment celles recueillies au cours de ces dernières années par les missions confiées à MM. A. Fourneau, A. Chevalier, le capi-

taine Cambier, le commandant Moll, le capitaine Cotte, le commandant Lenfant, G. Bruel, et à moi-même, apportent une importante contribution à la connaissance de la géologie de notre colonie centre-africaine.

Cependant il existe encore de vastes régions dans ce territoire, sur lesquelles nous ne possédons actuellement que des données fort imprécises ou nulles; il est bon, pour l'avenir, d'appeler sur elles l'attention des explorateurs.

Ces régions sont les suivantes : 1° celle que limitent l'Ogôoué, la N'Gounié, la frontière du Gabon et du Moyen-Congo, la Loulou, affluent du Kouilou et le Kouilou même; 2° celle comprise entre la Sanga, l'Oubangui et son affluent la M'Poko et les territoires militaires du Tchad ([1]); 3° celle enfin formant toute la partie orientale de la lieutenance de l'Oubangui-Chari-Tchad, à partir du Kouango, affluent de l'Oubangui.

Toutefois, malgré ces lacunes, l'étude que j'ai faite des documents dont il est question plus haut, la comparaison des résultats en découlant, avec ceux provenant d'observations personnelles faites dans le bassin de l'Ogôoué au cours de voyages exécutés entre 1905 et 1909, et objets de communications antérieures, permettent de mettre en évidence un certain nombre de faits géologiques d'ordre général.

Au Congo français, les roches peuvent être réparties en quatre grandes formations géologiques qui, par ordre d'importance, se montrent constituées de roches éruptives, de grès récents, horizontaux, de roches métamorphiques, et enfin de roches sédimentaires, plissées ou non, antérieures aux grès. En outre, ces formations sont recouvertes partiellement d'un manteau latéritique de puissance variable, particulièrement développé dans les régions forestières.

Je n'envisagerai ici que les plus répandues parmi ces roches, les roches éruptives.

Ces roches éruptives ne comprennent aucun type volcanique; elles sont à peu près exclusivement représentées par des granites. Des diabases, vraisemblablement filoniennes, apparaissent çà et là, le plus souvent au milieu des roches profondes précédentes, mais quelquefois cependant, en dehors de celles-ci, ainsi que ce semble être le cas, pour les barrages diabasiques de l'Oubangui; dans notre étude, ces

---

([1]) Je n'étudierai pas ici ces territoires qui, d'une part, sont en dehors du bassin du Congo, et, d'autre part, semblent devoir être rattachés géologiquement aux régions soudanaises.

roches seront laissées de côté, ainsi que certaines roches gabbroïques reconnues en deux ou trois points seulement de ce vaste territoire, en raison de leur importance géologique tout à fait négligeable.

Les granites, en moyenne de couleur claire, souvent amphiboliques, sont très généralement d'un type banal. Ils offrent des variétés pegmatiques et souvent ils présentent des formes pressées, de facies plus ou moins gneissique, ainsi que des associations avec des amphibolites; il est probable que le plus souvent, ainsi que dans le bassin de l'Ogôoué, ces facies gneissiques constituent des formes de bordure des masses éruptives au voisinage de terrains plissés.

Ces roches qui, au point de vue pétrographique, sont dénuées d'intérêt, jouent, par contre, dans notre région, un rôle géologique considérable. En effet le report, sur une Carte, des points d'où proviennent leurs échantillons (qui, sur de longs parcours de plusieurs itinéraires, sont presque les seuls recueillis), met en évidence l'existence de plusieurs massifs de très vaste extension, présentant, au point de vue topographique, le caractère commun de former les parties les plus élevées des régions dont ils dépendent respectivement, et d'y correspondre à des nœuds hydrographiques très importants.

Les massifs en question sont au nombre de quatre qui, globalement, occupent approximativement 300 000$^{km^2}$ (la superficie du Congo français étant d'environ 1 100 000$^{km^2}$). L'un s'étend au nord de l'Ogôoué, séparant les eaux tributaires de ce fleuve, à droite, de celles se rendant soit dans l'Océan, soit dans la Sanga, par l'intermédiaire de la N'Goko; un second s'étend en travers de la frontière Congo-Kameroun, à partir de la région de Bania-Carnot, au Sud, et paraît se poursuivre, vers le Nord, jusqu'au Toubouri; là se séparent les eaux tributaires du Congo, au Sud, de celles qui se rendent à l'Ouest dans l'Océan et de celles qui se déversent dans le Tchad, au Nord. Le troisième massif est relatif à la région comprenant Fort-Sibut, Fort-Crampel et N'Délé; les eaux y prenant naissance s'écoulent vers le Nord dans le Chari, et vers le Sud dans l'Oubangui.

Le quatrième massif, enfin, situé dans la boucle de l'Ogôoué, sépare les eaux des tributaires de gauche de ce fleuve de celles s'écoulant dans les bassins indépendants de la Nyanga et du Kouilou.

Nous ne connaissons rien de précis sur la géologie des deux zones séparant les trois premiers de nos massifs éruptifs; cependant, si l'on remarque que ces zones, dont l'extension géographique n'est pas très considérable, occupent encore, ainsi que les granites voisins reconnus jusqu'à ce jour, des régions élevées et de partage des eaux, on peut supposer que ces mêmes roches profondes les constituent essentiellement aussi.

Dans cette hypothèse, le granite existerait d'une façon sensiblement continu entre le Dar Fertit, à l'est de N'Délé, et la Guinée espagnole, s'étendant en travers d'une ligne déterminée, à l'Est, par la limite du bassin conventionnel, jusqu'à la frontière Gabon-Kameroun, puis, vers l'Ouest, par cette frontière même, jusqu'à la Guinée espagnole.

Cette région granitique, peut-être indépendamment de tout plissement montagneux important, séparerait le bassin de Congo des bassins septentrionaux des fleuves se déversant soit dans le golfe de Guinée, soit dans le lac Tchad.

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre du 8 octobre 1909.* Note de M. **Alfred Angot**.

Le tremblement de terre ressenti en Croatie le 8 octobre a été enregistré au Parc Saint-Maur sur les deux sismographes; mais le début des oscillations préliminaires paraît très difficile à apprécier. Les sismogrammes montrent, en effet, pendant toute la journée, une agitation constante, caractérisée par de petites ondulations dont la période est d'environ 6 secondes. On sait que cette agitation accompagne d'ordinaire les dépressions barométriques profondes; ce jour-là, il y en avait une dont le centre était aux îles Féroë (Thorshavn 728^{mm}).

Sur ces ondulations se greffent, à partir de $10^h 2^m$ environ (temps moyen de Greenwich), des oscillations beaucoup plus rapides, dont la période n'est que de quelques dixièmes de seconde et dont l'amplitude ne dépasse guère $0^{mm},1$; on a ainsi un véritable tracé en dents de scie, d'une finesse remarquable. Ces oscillations presque microscopiques correspondent peut-être aux premières oscillations préliminaires.

Les oscillations proprement dites débutent, pour les deux composantes, à $10^h 4^m 2^s$ et les grandes oscillations à $10^h 4^m 42^s$. Sur le tracé du sismographe Bosch-Mainka l'amplitude maximum est de $17^{mm},2$ à $10^h 5^m 16^s$ pour la composante NS et de $16^{mm},3$ à $10^h 5^m 42^s$ pour la composante EW, avec une période maximum de 9 secondes environ. Puis les oscillations diminuent assez vite et il devient difficile de les distinguer de l'agitation permanente signalée plus haut à partir de $10^h 12^m 2^s$ pour la composante NS, et de $10^h 11^m 4^s$ pour la composante EW.

A Grenoble, le sismographe Kilian-Paulin a enregistré le même jour une secousse de direction NW-SE à $10^h 5^m 17^s$.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques remarques sur la grande perturbation magnétique du 25 septembre 1909 et les phénomènes solaires concomitants.* Note de M. **Emile Marchand**, présentée par M. Deslandres.

Cette perturbation a été enregistrée par le magnétographe photographique (du système Mascart) du Pic du Midi, qui donne les courbes des trois élé-

ments magnétiques, et par celui de Bagnères-de-Bigorre, qui donne seulement la courbe de la déclinaison.

Je voudrais présenter ici quelques indications sur cette perturbation exceptionnelle et les phénomènes terrestres ou solaires qui l'ont accompagnée.

I. Elle a débuté à 9^h du matin par de faibles mouvements des barreaux; puis des oscillations extrêmement fortes se sont produites brusquement à 11^h58^m et ont continué jusqu'à 21^h; enfin de 21^h à 3^h, le 26, il y a eu une nouvelle période de faibles variations.

Au Pic du Midi, les trois courbes sont sorties des limites du champ d'enregistrement; à Bagnères, les variations de la déclinaison ont été complètement enregistrées (grâce à la largeur de la feuille sur laquelle ne s'imprime qu'une seule courbe) et les écarts extrêmes se sont produits à 12^h50^m (déviation de 68′ vers l'Est) et à 15^h15^m (déviation de 55′ vers l'Ouest); l'écart total a été de 2°3′ : c'est le plus grand que nous ayons enregistré depuis 1893.

Au Pic du Midi, la courbe de déclinaison a la même forme générale qu'à Bagnères; mais avec des différences très sensibles dans l'amplitude des oscillations synchroniques.

II. La plus grande partie de ces oscillations synchroniques sont un peu plus fortes au Pic du Midi qu'à Bagnères; quelques-unes sont plus faibles.

Dans toutes les perturbations enregistrées depuis 15 ans par les deux déclinomètres, le même phénomène se constate : la très grande majorité des oscillations rapides a une amplitude un peu plus grande à 2860^m qu'à 550^m d'altitude.

Il semble en résulter que le courant perturbateur du champ magnétique terrestre est le plus souvent dans l'atmosphère; ou, du moins, que si un autre courant circule dans le sol, le courant atmosphérique a toujours une action prépondérante.

III. Ces déductions sont d'ailleurs confirmées, dans le cas actuel, par l'étude du courant tellurique, *très intense* (il a dépassé 100 milliampères, à certains moments, sur une ligne de 300 ohms de résistance), qui s'est produit, pendant la perturbation, sur la ligne télégraphique de l'Observatoire, orientée sensiblement, dans son ensemble, du Nord au Sud.

Ce courant a été immédiatement assez fort pour actionner les sonneries à 11^h58^m, et c'est ce qui nous a avertis du phénomène. A partir de ce moment et jusqu'à minuit,

nous avons fait, mes collaborateurs (MM. Latreille et Dort) et moi, des mesures continues de ce courant (nous avons dû l'observer parfois *de dix en dix secondes*, tellement il était variable), et nous avons obtenu une courbe à peu près complète de ses variations.

La comparaison de cette courbe avec celles des déclinomètres donne des résultats intéressants; je me bornerai ici à en indiquer quelques-uns : au début de la perturbation, par exemple, le pôle austral des barreaux a marché vers l'Ouest de 11′ au Pic du Midi, de 8′ à Bagnères; le courant atmosphérique était donc prépondérant et dirigé du Sud au Nord (ou du S-SE au N-NW, suivant le méridien magnétique), et cela concorde parfaitement avec la direction du courant tellurique (considéré comme *induit*) qui, à ce moment, où le courant inducteur *augmentait*, marchait, en effet, de Bagnères au Pic du Midi, c'est-à-dire du Nord au Sud.

La même concordance se présente pour d'autres oscillations des barreaux; mais quelques variations, plus faibles au Pic du Midi qu'à Bagnères, conduisent à conclure que le courant prépondérant était alors dans le sol.

IV. Il est intéressant de signaler, comme phénomènes connexes de la perturbation :

1° *Une lueur d'aurore boréale*, que j'ai observée à Bagnères de $19^h 15^m$ à $19^h 30^m$, puis à $20^h 10^m$ (au moment d'une recrudescence des oscillations magnétiques), à travers les éclaircies d'une couche de strato-cumulus légers, couvrant les $\frac{3}{4}$ du ciel. Cette lueur, peu intense, était d'une couleur rouge orangé; au Pic du Midi, mes collaborateurs, à qui j'avais recommandé d'avance cette observation, n'ont rien pu voir : ils étaient, à ce moment, dans la couche de strato-cumulus.

2° *Un orage violent, et tout à fait inattendu*, qui a éclaté sur les Pyrénées centrales vers $0^h 30^m$ (le 26), peu de temps après la fin des grandes oscillations des barreaux; à minuit, on avait pu observer, du Pic du Midi, que de gros cumulus, très hauts, se formaient rapidement au-dessus de la couche (jusqu'alors peu compacte) des strato-cumulus : il semble donc que l'électricité positive, accumulée dans les hautes régions de l'atmosphère, ait trouvé dans ces nuages un passage vers le sol, par des décharges disruptives, lorsque l'écoulement silencieux vers le pôle, qui donnait lieu à l'aurore, a pris fin. Il importe de noter que rien, dans l'état atmosphérique des 25 et 26, ne correspondait à un temps orageux (aire de pressions supérieures à 765, temps calme et beau, sur toute la France), et que, dans les Pyrénées centrales, le temps a été assez beau aussi, sauf pendant la courte durée de l'orage singulier ($0^h 30^m$ à 2^h, le 26) que je signale.

V. En ce qui concerne la relation probable de ces phénomènes avec ceux du Soleil, je présenterai les remarques suivantes :

D'après les observations de mes collaborateurs, MM. Latreille et Dort, une région d'activité, existant depuis longtemps, à une latitude australe voisine de 20°, passait au méridien central du disque solaire le 22,3 septembre (jour et dixièmes de jour);

elle n'était alors représentée que par des facules au milieu desquelles se trouvaient deux ou trois taches très petites. A ce passage a correspondu une première perturbation déjà assez forte (18′ en déclinaison) dans la nuit du 21 au 22.

En arrière de cette région, une tache d'assez grande dimension existait, dans une région de formation récente, occupée seulement par des facules de faible intensité lors de la précédente rotation (latitude australe de 5°); son passage, le 23,8, n'a donné lieu qu'à de très faibles et très courtes oscillations magnétiques, le 24, vers 10^h (3′ en déclinaison).

Enfin, plus en arrière encore, deux groupes de facules (sans taches) se montraient à peu près sur un même méridien, l'un à 35° de latitude Nord, l'autre à 20° de latitude Sud (celui-ci, très brillant, et assez étendu, existait déjà à la précédente rotation, mais non à l'avant-dernière).

Ces groupes sont passés au méridien central le 24.6 et le 25,2, et la grande perturbation a commencé le 25 à 9^h.

Ainsi, les mouvements des barreaux, du 22 au 26 septembre, se séparent nettement en trois périodes et paraissent bien se rattacher à trois passages de groupes de taches ou de facules, sans qu'il y ait lieu, semble-t-il, de chercher à rattacher la grande perturbation à la tache la plus étendue, en supposant à celle-ci une action oblique ou un retard de 1 jour et demi dans la propagation d'une action normale.

M. **Witold Jarkowski** adresse une Note intitulée : *Sur l'unité aérodynamique.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

MM. **Louis Schaffner** et **A. Vergnes** adressent un Mémoire intitulé : *Calcul graphique de l'arc continu.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

La séance est levée à 4 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 OCTOBRE 1909.

Oscillations des bennes non guidées, par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut. (Extr. des *Annales de l'École des Mines*, livraison de juin 1909.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

*Un fragment inédit de l'*Opus tertium, de ROGER BACON, *précédé d'une étude sur ce fragment*, par PIERRE DUHEM, Correspondant de l'Institut. *Ad Claras Aquas (Quaracchi) prope Florentiam*, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Formules et Tables pour faciliter l'emploi des catalogues photographiques en coordonnées rectilignes, par M. I. LAGARDE. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne; t. II, fasc. 2, 1907. Toulouse, Edmond Privat, 1909; 1 fasc. in-4°.

Revue d'Histoire, rédigée à l'État-Major de l'Armée; XIe année, 35e volume, n° 105, septembre 1909. Paris, R. Chapelot et Cie; 1 vol. in-8°.

Lyon chirurgical, publiant le *Bulletin de la Société de Chirurgie de Lyon*. Revue mensuelle; t. II, n° 5, 1er octobre 1909. Paris, Masson et Cie; Lyon, Imprimeries réunies; 1 fasc. in-8°.

Australasian medical Congress. Transactions of the eighth session, held in Melbourne, Victoria, october 1908; t. I-III. Melbourne, 1909; 3 vol. in-8°.

Report of the solar eclipse expedition to Flint Island, january 3, 1908, by F.-K. MC CLEAN, and others; 1 fasc. in-4°.

L'observation solaire, par le P. MARIANO BALCELLS; traduit de l'espagnol. (*Mémoires de l'Observatoire de l'Ebre;* n° 2.) Barcelone, Gustavo Gil, 1909; 1 fasc. in-4°.

Das C. R. Gesetz und die Kabelschnelltelegraphie, von BÉLA GATI. (Extr. de *Elektrotechnik und Maschinebau;* fasc. 37, 1909.) Vienne, imp. Spies et Cie; 1 fasc. in-4°.

Ensenanza universitaria de las matematicas, Conferencia por N. BESIO MORENO. Buenos-Ayres, 1909; 1 fasc. in-8°.

Algunas propiedades de las potencias de los números enteros, por D. ANGEL NORIEGA DULCE. Valladolid, 1909; 1 fasc. in-12.

Gyroscopic theory of the mechanical part of Nature, by JNO. BUNTE. Portsmouth, E. U., 1909; 1 fasc. in-8°.

L'enchaînement des variations climatiques, par HENRYK ARCTOWSKI. Bruxelles, 1909; 1 fasc. in-8°.

Brief list of meteorological text-books and reference books. A selection of works suitable for general, scientific, and university Libraries id the United States, prepared under the direction of WILLIS-L. MOORE, Chief U. S. Weather Bureau, by C. FITZHUGH TALMAN, Librarian. Washington, 1909; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 OCTOBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison de la séance publique solennelle des cinq Académies, la séance du lundi 25 octobre est reportée au mardi 26.

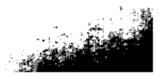
M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de l'Adresse qu'il a présentée en qualité de délégué du Gouvernement de la République française, le lundi 27 septembre, à M. le Gouverneur de l'État de New-York, à M. le Maire et à MM. les Membres de la Commission Hudson-Fulton.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la diffraction des ondes hertziennes.* Note de M. **H. Poincaré**.

Soient ρ le rayon de la Terre, D la distance de l'excitateur au centre de la Terre, φ l'angle sous lequel on voit du centre de la Terre la distance de l'excitateur au récepteur, $\frac{2\pi}{\omega}$ la longueur d'onde (écrite sous forme complexe); on trouve que l'amplitude de l'onde diffractée est proportionnelle à

$$\frac{1}{\omega^2 D^2 \rho^2} \sum n(n+1)(2n+1) \frac{I_n(\omega D)}{I'_n(\omega\rho)} P_n(\cos\varphi);$$

$P_n(\cos\varphi)$ est le polynome de Legendre; $I_n(\xi)$ est une des intégrales de



l'équation linéaire

$$\frac{d^2y}{d\xi^2}+y\left[1-\frac{n(n+1)}{\xi^2}\right]=0,$$

à savoir celle qui se réduit sensiblement à $e^{-i\xi}$ pour ξ très grand; I'_n est la dérivée de I_n par rapport à ξ.

Qu'arrive-t-il lorsque D est très peu différent de ρ? On peut trouver une expression approchée de la somme de cette série. Posons

$$F(t)=\int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\left(tx-\frac{x^3}{3}\right)}\,dx,$$

de sorte que $F(t)$ satisfasse à l'équation linéaire

$$\frac{d^2F}{dt^2}+tF=0.$$

Soit t_0 la plus petite racine de l'équation

$$F'\left(te^{\frac{4i\pi}{3}}\right)=0,$$

F' étant la dérivée de F par rapport à t; ou plutôt celle de ces racines dont la partie imaginaire est négative et plus petite en valeur absolue que pour toutes les autres. Posons

$$\varepsilon_1=\omega D-t_0\left(\frac{\omega D}{2}\right)^{\frac{1}{3}};$$

la somme de notre série sera sensiblement proportionnelle à

$$\frac{e^{i\varepsilon_1\varphi}}{\sqrt{\varepsilon_1(1-e^{-2i\varphi})}}.$$

Le module de l'exponentielle qui figure au numérateur est égal à

$$e^{-m\omega^{\frac{1}{3}}\varphi},$$

où m est égal à la partie imaginaire de $-t_0$ multipliée par $\left(\frac{D}{2}\right)^{\frac{1}{3}}$.

Cela nous indique avec quelle rapidité décroît l'onde diffractée avec la distance. Ces résultats ne concordent pas complètement avec ceux que j'ai annoncés dans une Note antérieure. J'expliquerai dans un Mémoire détaillé pourquoi les formules approchées dont j'ai fait usage dans cette Note deviennent insuffisantes.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du travail qu'il vient de publier dans le Recueil des Mémoires de l'Académie des Sciences de Lisbonne sous le titre : *La loi des aires dans le mouvement avec liaisons* (*Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturales*, 2e série, t. VII, n° XXVIII, Lisbonne, 1909). Il s'exprime ainsi qu'il suit :

La loi des aires résume depuis longtemps, de la manière la plus élégante, le rôle des forces centrales dans le *mouvement libre* d'un point matériel. Mais il ne semble pas sans intérêt d'examiner les conditions de sa réalisation dans le *mouvement forcé* sur une trajectoire définie à l'avance.

J'élargis, d'ailleurs, cette question en considérant, pour la vitesse angulaire, au lieu de la loi inverse au carré de la distance, une fonction absolument quelconque de l'azimut, du rayon vecteur et de ses dérivées ; c'est-à-dire, en d'autres termes : de la direction de la trajectoire, de sa courbure, de sa longueur, etc.

Je ramène ce problème, dans toute sa généralité, à des équations très simples, pour lesquelles j'indique des cas très larges d'intégration complète ; notamment une loi qui renferme dans son expression deux fonctions arbitraires, et dont la formule classique de Binet n'est plus qu'un cas extrêmement particulier.

S. A. S. le Prince **Albert de Monaco** fait hommage à l'Académie du fascicule XXXIV des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht*. Ce fascicule porte le titre : *Échinodermes provenant des campagnes du yacht* Princesse-Alice (*Astéries*, *Ophiures*, *Échinides et Crinoïdes*), par R. Kœhler.

NOMINATIONS.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** fait part à l'Académie du désir exprimé par M. le Ministre des Affaires étrangères de Belgique de voir le Gouvernement français se faire représenter officiellement au *Congrès international de Radiologie et d'Électricité*, qui se tiendra à Bruxelles en 1910.

MM. **Lippmann**, **Chauveau**, **H. Poincaré**, **Bouchard**, **A. Gautier**, **d'Arsonval**, **Deslandres**, **Villard** sont désignés par l'Académie au choix de M. le Ministre.



CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Le machinisme, son rôle dans la vie quotidienne*. 12 Conférences par Max de Nansouty. (Présenté par M. Alfred Picard.)

2° *Théorie des moteurs thermiques*, par E. Jouguet. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales de l'équation*

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+a\frac{\partial u}{\partial x}+b\frac{\partial u}{\partial y}+cu=f, \tag{1}$$

par leurs valeurs le long d'un contour fermé. Note de M. **Léon Lichtenstein**, présentée par M. Émile Picard.

La détermination d'une solution U de l'équation (1) continue avec ses dérivées partielles de deux premiers ordres à l'intérieur d'une aire donnée T, les valeurs de cette solution au bord étant zéro, fut, par des procédés différents, réduite par M. D. Hilbert et M. E. Picard à la résolution d'une équation fonctionnelle de M. Fredholm [1]. D'une façon plus générale, si les valeurs au bord considérées comme fonction de l'arc ont les dérivées continues du premier et du second ordre, il suffit de poser $U=v+V$, v désignant la fonction harmonique régulière dans T, prenant les mêmes valeurs au bord, pour réduire le problème au problème déjà résolu. L'équation de M. Fredholm une fois résolue, pour revenir de celle-là à l'équation proposée (1), il est nécessaire d'établir l'existence des dérivées partielles $\frac{\partial V}{\partial x}$, $\frac{\partial V}{\partial y}$ au bord, ce qui entraîne quelques complications. Dans le cas général, les valeurs au bord étant une fonction simplement continue de l'arc, les méthodes de MM. Hilbert et

(1) Voir D. Hilbert, *Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen*, zweite Mitteilung (*Göttinger Nachrichten*, 1904). — E. Picard, *Sur quelques applications de l'équation fonctionnelle de M. Fredholm* (*Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 1906), et *Sur la solution du problème généralisé de Dirichlet* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 1906).

Picard ne sont plus applicables, au moins sans une discussion approfondie, les dérivées $\frac{\partial v}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}$ cessant d'exister au bord.

Dans un Mémoire qui va paraître dans un autre Recueil, j'ai considéré le cas général cité plus haut et j'ai démontré par un raisonnement un peu long l'existence d'une solution. Dans cette Note d'aujourd'hui, je donnerai de ce théorème une démonstration nouvelle bien simple qui nous dispensera même de la considération des dérivées partielles au bord.

Soit T une aire connexe, dont la frontière est constituée par n contours fermés $S_1, \ldots, S_n$. Les coordonnées des points de ces courbes sont les fonctions continues de l'arc possédant des dérivées continues du premier et du second ordre. Les fonctions continues a et b ont des dérivées partielles du premier ordre dans T et sur S, les fonctions c et f sont continues dans T et sur S et satisfont, à l'intérieur de T, à la condition de M. Hölder

$$\begin{gathered}|c(x+\Delta x, y+\Delta y)-c(x, y)|<\text{const.}\left|\sqrt{(\Delta x)^2+(\Delta y)^2}\right|^\lambda,\\ |f(x+\Delta x, y+\Delta y)-f(x, y)|<\text{const.}\left|\sqrt{(\Delta x)^2+(\Delta y)^2}\right|^\lambda \qquad (0<\lambda<1).\end{gathered}$$

Soit $v(x, y)$ la fonction harmonique bornée, régulière dans T, prenant sur S des valeurs données, supposées continues, sauf en un nombre fini de points où elles subissent des changements brusques. Considérons l'équation de M. Fredholm

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \mathrm{U}(x, y)=&-\frac{1}{2\pi}\iint_{\mathrm{T}}\left\{\frac{\partial}{\partial\xi}[a(\xi,\eta)\,\mathrm{G}(x, y;\xi,\eta)]\right.\\ &\qquad+\frac{\partial}{\partial\eta}[b(\xi,\eta)\,\mathrm{G}(x, y;\xi,\eta)]\\ &\qquad\left.-c(\xi,\eta)\,\mathrm{G}(x, y;\xi,\eta)\right\}\mathrm{U}(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta\\ &-\frac{1}{2\pi}\iint_{\mathrm{T}}\mathrm{G}(x, y;\xi,\eta)\,f(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta+v(x, y),\end{aligned}\right.$$

$\mathrm{G}(x, y; \xi, \eta)$ désignant la fonction classique de Green. Soit $\mathrm{U}(x, y)$ sa solution ou, si l'équation (2) n'est pas résoluble, une solution de l'équation intégrale obtenue en posant $f(x, y)=v(x, y)=0$. On démontre facilement que sur S les valeurs de $\mathrm{U}(x, y)$ sont égales aux valeurs de $v(x, y)$.

Soit (x, y) un point quelconque à l'intérieur de T. Voici un lemme utile concernant les dérivées partielles du potentiel

$$\iint \log\frac{1}{\sqrt{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}}\,\varphi(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta=p(x, y),$$

$\varphi(\xi, \eta)$ désignant une fonction continue quelconque. Les dérivées partielles

$\frac{\partial p(x,y)}{\partial x}$, $\frac{\partial p(x,y)}{\partial y}$ satisfont à la condition de M. Hölder [1]

$$(3)\qquad \left|\frac{\partial p(x+\Delta x, y+\Delta y)}{\partial x} - \frac{\partial p(x,y)}{\partial x}\right| < \text{const.}\left|\sqrt{(\Delta x)^2+(\Delta y)^2}\right|^\lambda \qquad (0<\lambda<1).$$

Faisons usage de ce lemme dans l'étude de la fonction $U(x, y)$. On observe d'abord que $U(x, y)$ satisfait à la condition de M. Hölder. Ce fait établi, il s'ensuit d'un théorème classique que $U(x, y)$ a les dérivées partielles continues du premier ordre. Soit T′ une aire connexe intérieure à T et contenant (x, y); soit S′ son contour. J'écris

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} U(x,y) = &-\frac{1}{2\pi}\int_{S'} G(x,y;\xi,\eta)\,U(\xi,\eta)\,[a(\xi,\eta)\,d\eta - b(\xi,\eta)\,d\xi] \\ &+\frac{1}{2\pi}\int\int_{T'} G(x,y;\xi,\eta)\left[a(\xi,\eta)\frac{\partial U}{\partial \xi} + b(\xi,\eta)\frac{\partial U}{\partial \eta} \right.\\ &\qquad\qquad \left. + c(\xi,\eta)\,U(\xi,\eta)\right] d\xi\,d\eta \\ &-\frac{1}{2\pi}\int\int_{T-T'} \left\{\frac{\partial}{\partial \xi}[a(\xi,\eta)\,G(x,y;\xi,\eta)]\right. \\ &\qquad\qquad + \frac{\partial}{\partial \eta}[b(\xi,\eta)\,G(x,y;\xi,\eta)] \\ &\qquad\qquad \left. - c(\xi,\eta)\,G(x,y;\xi,\eta)\right\} U(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta \\ &-\frac{1}{2\pi}\int\int_{T} G(x,y;\xi,\eta)\,f(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta + v(x,y). \end{aligned}\right.$$

On constate facilement, en utilisant encore une fois le lemme (3), que les dérivées partielles $\frac{\partial U}{\partial x}$, $\frac{\partial U}{\partial y}$ satisfont à la condition de M. Hölder. Donc, d'après un théorème classique, la fonction $U(x, y)$ a des dérivées partielles continues du second ordre à l'intérieur de T. Alors de la relation (4) on tire la relation

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = -a\frac{\partial U}{\partial x} - b\frac{\partial U}{\partial y} - cU + f,$$

ou

$$(5)\qquad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = -a\frac{\partial U}{\partial x} - b\frac{\partial U}{\partial y} - cU,$$

si $f(x, y) = v(x, y) = 0$. Donc $U(x, y)$ est une solution de l'équation (1) ou de l'équation homogène correspondante, prenant au bord les valeurs prescrites ou la valeur zéro.

---

(1) Voir Dini, *Sur la méthode des approximations successives pour les équations aux dérivées partielles du deuxième ordre* (*Acta mathematica*, t. XXV, 1902, p. 192-196).

Réciproquement, soit $U(x, y)$ une solution de l'équation (1) ou de l'équation (5) bornée dans T et prenant sur S des valeurs continues, sauf en un nombre fini de points où elles subissent des changements brusques. Soit $v'(x, y)$ la fonction harmonique régulière dans T' et prenant sur S' les mêmes valeurs que $U(x, y)$. Une formule classique suivie d'une intégration partielle donne alors

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} U(x, y) = & -\frac{1}{2\pi}\iint_{T'} G'(x, y; \xi, \eta) f(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta + v'(x, y) \\ & -\frac{1}{2\pi}\iint_{T'} \left\{ \frac{\partial}{\partial\xi}[a(\xi, \eta)\, G'(x, y; \xi, \eta)] \right. \\ & \qquad + \frac{\partial}{\partial\eta}[b(\xi, \eta)\, G'(x, y; \xi, \eta)] \\ & \qquad \left. - c(\xi, \eta)\, G'(x, y; \xi, \eta) \right\} U(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta, \end{aligned} \right.$$

$G'(x, y; \xi, \eta)$ désignant la fonction de Green attachée à l'aire T'. Laissons maintenant la différence T − T' converger vers zéro. A la limite, $U(x, y)$ satisfera à l'équation (2) ou à l'équation obtenue en posant

$$f(x, y) = v(x, y) = 0.$$

Donc, *il existe, en général, une solution unique de l'équation* (1) *bornée, continue avec ses dérivées partielles du premier et du second ordre à l'intérieur de* T *et prenant des valeurs données sur le contour, ces valeurs étant supposées continues, sauf en un nombre fini de points où elles subissent des changements brusques. Dans le cas singulier, il existe un nombre fini de solutions de l'équation* (5) *se réduisant à zéro sur* S *non égales identiquement à zéro à l'intérieur de* T.

En terminant, j'ajouterai encore cette remarque que la même méthode permet d'établir l'existence de la solution dans le cas plus difficile, où les courbes limitant l'aire T ont un nombre fini de sommets ou de pointes; c'est ce que je prouverai une autre fois.

PHYSIQUE. — *Nouveaux apports à la théorie de la lumière.* Note [1] de M. Th. Tommasina.

Fresnel [2] et Young [3], indépendamment, avaient conçu l'hypothèse d'un mouvement transversal accompagnant *le mouvement longitudinal prin-*

---

(1) Reçue dans la séance du 20 septembre 1909.

(2) Fresnel, *Œuvres*, t. I, p. 394.

(3) Young. *Miscellanea Works*, t. I, p. 333 et 380.

cipal dans le rayon lumineux. Puis, quelque temps après, Fresnel, dans sa Note *Sur le calcul des teintes que la polarisation développe dans les lames cristallisées*, rejeta *la complication d'une composante longitudinale* ([1]). Pourtant la Science n'a accepté cette élimination qu'après la démonstration, considérée comme rigoureuse, qu'en donna Verdet ([2]), en concluant que l'hypothèse des vibrations transversales était seule compatible avec le fait découvert par Fresnel et Arago ([3]), que les rayons polarisés à angle droit sont incapables d'interférer. Aussi la Science admet-elle, actuellement, que, dans un milieu isotrope, les molécules d'éther décrivent des trajectoires qui sont contenues dans des plans perpendiculaires au rayon lumineux, et que, dans les milieux anisotropes, la vibration ne peut pas être exactement perpendiculaire au rayon lumineux, mais qu'elle est toujours parallèle à l'onde plane qui correspond à ce rayon.

Or la pression de la lumière, qui n'est pas une hypothèse, mais un fait établi par constatation expérimentale, montre que tout cela n'est plus exact. En premier lieu, *il faut réadmettre la composante longitudinale*, du moment que c'est elle qui exerce la pression que l'on a mesurée; il faut donc revenir sur les démonstrations de Fresnel et de Verdet. En deuxième lieu, *il faut reconnaître que les trajectoires des vibrations transversales ne sont nullement planes, mais hélicoïdales, de façon que la vibration, même dans un milieu isotrope, n'est pas exactement perpendiculaire au rayon lumineux.*

En effet, si au lieu de ne voir, schématiquement, que l'action d'une molécule dans un alignement, nous regardons l'ensemble complexe, qui constitue le phénomène physique réel dans sa totalité, nous apercevons la molécule vibrante entourée de tous les côtés par d'autres molécules identiques, *ayant absolument les mêmes fonctions à accomplir*. Le milieu devant être toujours prêt à transmettre la lumière et, en général, toutes les radiations, en une direction quelconque, il faut qu'une infinité d'alignements aboutissent à chaque molécule en partant de tous les points de l'espace. Il suffit de fixer notre attention sur cette distribution pour comprendre que les vibrations transversales de la molécule sont arrêtées à la même distance que ses déplacements dans la direction du rayon qu'elle transmet. Si la molécule fait ce que font, simultanément, ses voisines dans le plan transversal, comme son énergie, grande dans la lumière intense, petite dans la lumière faible, est constamment égale à celle de ses voisines, *les vibrations transversales moléculaires seront toujours arrêtées au même point, quelle que soit l'intensité de l'énergie rayonnante.* Nous avons ici la solution

---

([1]) FRESNEL, *loc. cit.*, p. 629.
([2]) VERDET, *Annales de Chimie*, t. XXXI, 1851, p. 377.
([3]) FRESNEL, *loc. cit.*, p. 385.

d'une question d'importance capitale que l'expérience n'a pas tranchée encore, car d'après cela nous pouvons conclure que *les amplitudes sont invariables et que les intensités sont donc proportionnelles non aux carrés des amplitudes, mais aux carrés des vitesses. La vitesse de la lumière n'est pas uniforme, non seulement dans les milieux plus ou moins dispersifs, comme les atmosphères des planètes, mais même dans l'éther, pur, sidéral.*

La pression de la lumière est un travail exécuté par une force vive égale à $\frac{1}{2} mv^2$; donc, lorsque la masse en mouvement est une constante, comme c'est le cas pour la lumière, l'intensité et le carré de la vitesse sont des fonctions réciproques. Or si la molécule d'éther ne peut vibrer que dans les limites invariables de sa propre sphère d'action, donc avec une amplitude constante, quelle que soit la forme de sa trajectoire, elle la parcourra avec une vitesse qui sera fonction de l'intensité lumineuse. Il faut alors reconnaître qu'étant donnée, par supposition, une source unique lumineuse d'intensité constante, la lumière se propage dans l'espace sidéral avec une vitesse, uniformément retardée, soumise à la loi de proportion inverse aux carrés des distances de la source.

Les observations astronomiques et les expériences physiques qui ont permis de mesurer la vitesse de la lumière ne semblent pas admettre une fonction de l'intensité, mais la pression de la lumière, qui est certainement proportionnelle à l'intensité, en constitue la preuve expérimentale. Nous pouvons donc conclure que *la vitesse et l'intensité* des radiations et de toute transmission mécanique de mouvement *sont des fonctions réciproques soumises aux mêmes lois*.

Les résultats des expériences classiques de Dulong et Petit sur la loi du refroidissement dans le vide, et de Regnault sur la vitesse du son, donnent également un appui à ces conclusions théoriques, ainsi que les récentes recherches de M. Ch. Nordmann (1).

Dans la controverse entre M. Nordmann et M. Lebedew, il semble que les conclusions de cette Note sont favorables à celles du premier, qui admet l'action d'une propriété spécifique de l'éther, mais elles ne le sont pas pour le pouvoir dispersif analogue à celui des gaz, qu'il attribue à l'éther, et que M. Lebedew (2) déclare inadmissible. Ce qui intervient dans la modification constatée est simplement le mode de fonctionnement mécanique de l'éther d'après les lois que j'ai essayé de formuler ici.

---

(1) Ch. Nordmann, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 2e sem. 1908, p. 24 et 620. — *Les idées nouvelles sur les vitesses relatives des diverses vibrations lumineuses dans l'éther intersidéral*, p. 350-361 (*Rev. gén. des Sc.*, 30 avril 1909).

(2) P. Lebedew, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 2e sem. 1908, p. 515.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composition de l'essence de girofles : Constituants alcooliques*. Note de M. **H. Masson**, présentée par M. Haller.

L'essence de girofles (*Eugenia Caryophyllata*, Myrtacées), dont la composition a fait l'objet de nombreuses recherches, est surtout constituée par un phénol, l'eugénol, qui s'y rencontre dans des proportions pouvant atteindre 90 à 92 pour 100; les autres constituants sont de natures les plus diverses. On a caractérisé notamment : l'alcool méthylique, l'acétone, la méthyl-*n*-amylcétone, la méthyl-*n*-heptylcétone, le furfurol, le caryophyllène, etc., et même la vanilline provenant probablement de l'oxydation de l'eugénol.

Je suis parvenu à en isoler d'autres composés de fonctions différentes : alcools, aldéhydes, éther (salicylate de méthyle).

Je me bornerai, dans cette Note, à examiner les constituants de nature alcoolique qui appartiennent eux-mêmes à des séries diverses.

L'essence de girofles $d_0 = 1,073$, $n_{D_{20}} = 1,5336$ et contenant 89,5 pour 100 d'eugénol subit une première rectification dans laquelle on recueille tout ce qui passe avant 125° sous 10^{mm}; on sèche et l'on fractionne soigneusement dans le vide de 5° en 5°.

On réunit d'une part les parties qui bouillent de 50° à 75° sous 15^{mm}; d'autre part, celles qui bouillent de 75° à 100° sous 15^{mm}, et l'on traite chacune d'elles par l'anhydride phtalique en présence de pyridine, de façon à en extraire les corps à fonction alcoolique. De la première fraction (50°-75° sous 15^{mm}) on isole un mélange d'alcools qui bouillent sans décomposition à la pression ordinaire de 157° à 171°, tandis que la deuxième fraction (75°-100° sous 15^{mm}) fournit un mélange d'alcools bouillants dans les mêmes conditions de 190° à 208°; ces deux portions fixent le brome à froid.

I. *Étude de la fraction* 157°-171°. — Après plusieurs rectifications de cette fraction, on sépare deux alcools dont les points d'ébullition sont 157°-158° et 170°-171°.

1° *Alcool bouillant à* 157°-158°. — Cet alcool peut également être obtenu directement à l'état pur en passant par son éther pyruvique; à cet effet, on chauffe la portion 157°-171° dans le vide avec de l'acide pyruvique; dans ces conditions, le second alcool n'est pas éthérifié mais détruit et l'on n'obtient qu'un seul éther bouillant à 106°-107° sous 22^{mm}. Par saponification de la semi-carbazone fusible à 118°-119° de cet éther pyruvique, on régénère l'alcool pur qui bout à 157°-158°. Cet alcool $d_0 = 0,8344$ correspond à la formule $C^7H^{16}O$; oxydé par le mélange chromique, il fournit de la méthyl-*n*-amylcétone (ébullition : 151°-152°) dont la semi-carbazone fond à 122°; c'est donc la méthyl-*n*-amylcarbinol ou heptanol-2 $CH^3CHOH(CH^2)^4CH^3$.

2° *Alcool bouillant à* 170°-171°. — Cet alcool de $d_0 = 1,1615$ ne peut être isolé que par des rectifications répétées; il correspond à la formule C^5H^6O : c'est l'alcool furfurolique

CH═CH
CH═C — CH²OH (cycle fermé par O)

; sa diphényluréthane, fusible à 97°,5, permet de l'iden-

tifier; d'ailleurs ce corps donne la réaction du copeau de sapin indiquée par Erdmann.

II. *Étude de la fraction* 190°-208°. — La présence dans cette fraction d'un alcool non saturé ayant été mise en évidence par le brome, on en a traité une portion à froid par le permanganate à 1 pour 100, en vue de détruire l'alcool non saturé qu'elle renferme; on a ensuite éthérifié le résidu non oxydé par l'acide pyruvique.

1° *Alcools saturés de la fraction* 190°-208°. — La distillation fractionnée du produit obtenu permet de séparer deux éthers; le premier bout à 126°-127° sous 16^{mm} et sa semi-carbazone fond à 117°; le second bout à 138° sous 16^{mm}; sa semi-carbazone fond à 176°.

Par saponification de la semi-carbazone fusible à 117°, on obtient un alcool $d_0 = 0,8399$ qui bout à 195°-196° correspondant à la formule $C^9H^{20}O$ et qui fournit par oxydation chromique de la méthyl-*n*-heptylcétone (ébullition : 194°-196°; semi-carbazone fusible à 118°-119°); c'est le méthyl-*n*-heptylcarbinol ou nonanol-2 $CH^3CHOH(CH^2)^6CH^3$.

Par saponification de la semi-carbazone fusible à 176°, on obtient un alcool bouillant à 206°, $d_0 = 1,0627$, qui correspond à la formule C^7H^8O et qui fournit par oxydation permanganique de l'acide benzoïque fondant à 121°; ce second alcool est donc de l'alcool benzylique $C^6H^5.CH^2OH$.

2° *Alcool non saturé de la fraction* 190°-208°. — De cettte portion j'ai séparé l'alcool benzylique par rectification et préparé les pyruvates des parties plus basses; le seul éther obtenu a été celui du méthylheptylcarbinol; l'alcool non saturé a donc été vraisemblablement résinifié. Sa séparation par fractionnement au moyen de l'anhydride phtalique ne m'a pas conduit à de meilleurs résultats.

Je n'ai donc pu établir avec certitude la nature de l'alcool non saturé; toutefois, en raison du point d'ébullition 190°-195°, de l'obtention de la réaction d'Erdmann, je suis fondé à penser que ce corps est un alcool méthylfurfurolique dont je me propose de préciser ultérieurement la nature.

Les nouveaux alcools que j'ai isolés dans l'essence de girofles sont donc le méthyl-*n*-amylcarbinol, le méthyl-*n*-heptylcarbinol, l'alcool furfurolique, l'alcool benzylique.

La présence de ces alcools confirme une observation déjà faite pour diverses essences naturelles (rue, lemon grass, etc.), à savoir que les composés oxygénés s'y montrent côte à côte à la fois sous une forme plus oxydée (cétone, aldéhyde, acide) et sous une forme neutre ou réduite (alcool).

En effet, dans l'essence de girofles, le méthyl-*n*-amylcarbinol, le méthyl-*n*-heptylcarbinol correspondent aux cétones découvertes par les chimistes de la maison Schimmel [1], la méthyl-*n*-amylcétone et la méthyl-*n*-heptylcétone; l'alcool furfurolique correspond de même au furfurol signalé aussi

(1) SCHIMMEL et Cie, *B. Sch.*, avril 1902, p. 41; avril 1903, p. 52.

dans l'essence (1). Quant à l'alcool benzylique, sa présence se rattache à celle du benzoate de méthyle (2) dont l'acide résulte vraisemblablement de l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque.

BOTANIQUE. — *Sur un Trèfle* (Trifolium pratense *L.*) *fécondé par les Abeilles.* Note de M. G. **Martinet**, présentée par M. A. Chauveau.

Je travaille depuis plus de 10 ans à la sélection du Trèfle et autres Légumineuses fourragères et j'ai réussi, par voie de sélection analytique, à isoler, dans plusieurs de nos bonnes sortes de Trèfle de pays, quelques types à fort rendement. Je les multiplie et les étudie comparativement en lignées pures par sélection généalogique rigoureuse, les amenant ainsi à l'état de races pures, bien fixées et constantes. Quelques-unes d'entre elles viennent d'être livrées à la grande culture.

Ayant observé sur les parcelles de comparaison des diverses lignées, parcelles laissées à la fécondation libre, que certaines d'entre elles étaient fréquemment visitées par les Abeilles à part les Bourdons, je voulus cette année avoir la vérification de mes observations et de l'efficacité de l'intervention des Abeilles sur le Trèfle rouge.

J'ai groupé, sur un espace restreint, des plantes de Trèfle appartenant aux familles visitées et couvert le tout d'une grande cage avec parois de toile à tissu lâche, laissant passer air et lumière mais formant obstacle au passage des Bourdons. Dans l'une des parois de la cage j'ai placé une petite ruche peuplée d'Abeilles communes, l'entrée principale à l'intérieur de la cage, une seconde entrée à l'extérieur. La cage était bien close et tout accès des Bourdons ou de tout autre insecte dès l'extérieur était donc exclu.

La ruche avait été installée avant la construction de la cage et maintenue dans son orientation. Les Abeilles sortirent en plus grand nombre par le trou de vol ordinaire à l'intérieur de la cage que par l'autre sortie à l'extérieur, fait qui confirme les observations de M. G. Bonnier sur le sens d'orientation des Abeilles.

Pendant la floraison du Trèfle, les Abeilles en visitèrent les fleurs régulièrement, c'est-à-dire par l'ouverture de la corolle et non pas en trichant, en perforant latéralement la corolle à sa base pour dérober le nectar, comme elles font quelquefois. J'ai constaté cependant que les visites étaient plus fréquentes sur certains lots de Trèfle, les trois plantes du n° 847 en particulier.

La récolte des capitules se fit soigneusement par plante à maturité et

(1) Erdmann, *J. pr.*, II, 56, p. 154.
(2) Schimmel et Cie, *B. Sch.*, 1902, t. I, p. 44; 1903, t. I, p. 51.

l'égrenage vint montrer, à notre agréable surprise, que la visite des Abeilles n'avait pas été inutile; l'une des trois plantes du lot n° 847 donna 1700 grains, une autre 750 et la troisième enfin 430. Des plantes de la même lignée n° 847, placées dans une cage où l'on introduisit des Bourdons, donnèrent cette même année 1350 grains par plante au maximum.

Des plantes isolées pouvant se développer sans obstacle et laissées au libre accès des insectes ont pu donner jusqu'à 13000 grains, mais la moyenne que j'ai pu constater, avec la fécondation libre sur plantes en ordre serré, a été de 300 graines par plante, écartement 20^{cm} sur 15^{cm} et de 500 grains, écartement 40^{cm} sur 30^{cm}.

Il résulte de ces constatations que les Abeilles ont fourni, pour cette famille n° 847, une fécondation aussi efficace que les Bourdons.

Une autre lignée n° 854 a donné également 1290 grains sur une seule plante. Les autres groupes familiaux, au nombre de 14, n'ont fourni que des quantités inférieures de graines, variant de 50 à 500; quelques-uns même sont restés stériles soit pour cause de non fécondation soit par manque de vigueur.

La sélection n° 854 n'est pas des meilleures comme rendement en fourrage, tandis que le n° 847 se trouve être l'une de mes meilleures sélections, tant au point de vue de l'abondance de rendement que sous celui de la durée. Elle est déjà multipliée à l'état de pureté plus grande sous n° 944. Un examen ultérieur, malheureusement imparfait sur un capitule que j'ai pu trouver après coup, a montré que les corolles de ce lot étaient plus courtes qu'ailleurs.

Si donc le Trèfle rouge ordinaire, dans son ensemble, exige l'intervention des Bourdons et autres insectes à langue d'environ 9^{mm} au moins, pour être fécondé, il existe, dans le mélange très complexe de types qui composent nos Trèfles actuels, des formes à corolle assez courte pour pouvoir être fécondées exclusivement par des Abeilles. La sélection analytique permet de les isoler et de les éprouver sous ce rapport; la sélection généalogique peut les épurer et les fixer, créant ainsi une variété de Trèfle susceptible d'être fécondée par les Abeilles.

Il résultera de la propagation d'un Trèfle de ce genre un grand profit pour les apiculteurs et aussi pour l'agriculture lorsque, comme dans notre cas, la nouvelle race est de grande production et de longue durée.

Au point de vue scientifique, il n'est pas sans intérêt de constater que la sélection permet de réaliser une adaptation, une solidarité meilleures entre représentants des règnes végétal et animal, entre Trèfle et Abeilles.

BOTANIQUE. — *De l'influence des rayons ultra-violets sur le développement des moisissures.* Note de M. **Laurent Raybaud**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Diverses expériences ont déjà démontré l'action bactéricide qu'exercent les rayons ultra-violets. Mais la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question n'ont fait que constater cette action en bloc, sans rechercher si tous les rayons sont réellement nuisibles, ou si l'effet n'est pas à attribuer seulement à certains d'entre eux. Nous ne connaissons que les recherches de MM. Tappeiner et Hertel qui aient mis en évidence de façon un peu plus précise la nocivité de certaines radiations.

Nous avons soumis des cultures de champignons inférieurs à l'action du spectre fourni par une lampe en quartz à vapeur de mercure de la Société A. E. G. Cette lampe fonctionne sous 220 volts avec un courant de 35 ampères. Son intensité lumineuse est de 3000 bougies. Le spectre obtenu au moyen de prismes et de lentilles en quartz est projeté normalement sur une culture horizontale. Il s'étale en un rectangle très allongé de $15^{cm},8$ sur $1^{cm},7$. On peut, par conséquent, le photographier et repérer exactement la position des raies.

Les champignons étudiés ont été le *Phycomyces nitens*, le *Rhizopus nigricans* et le *Sterigmatocystis nigra*. Ces trois champignons ont été ensemencés aussi uniformément que possible sur du jus d'orange gélatinisé, étendu en couche mince sur une feuille épaisse de papier buvard. Ce papier buvard repose lui-même sur une lame de verre rectangulaire. Pour qu'il se maintienne humide pendant toute la durée de l'expérience, il a une surface telle que ses bords dépassent cette lame et plongent dans du jus d'orange que contient une assiette placée au-dessous.

Dès le lendemain du jour où le *Phycomyces nitens* (qui est le premier champignon sur lequel nous avons opéré) a été ensemencé, le mycélium n'est pas encore visible, mais la surface de la gélatine exposée au spectre, et qui est lisse dans la partie lumineuse, présente par places des dépressions linéaires dans la région ultra-violette, coïncidant d'abord avec les raies comprises entre les radiations 3030 et 2480 inclus. Cette zone correspond à la partie moyenne du spectre de l'ultra-violet.

Ces dépressions n'apparaissent pas simultanément, mais se montrent successivement, et dans l'ordre de rapidité avec laquelle les radiations correspondantes influencent le papier au citrate d'argent. Le surlendemain, le mycélium de la Mucorinée devient apparent sur toute la surface de culture. C'est à partir de cet instant que nous allons relever dans les diverses régions des différences de croissance, car là évidemment où dans le spectre la végétation sera arrêtée, des lignes se dessineront. Or c'est entre les raies 3030 et 2480 inclus que ces premières différences se manifestent; le mycélium n'apparaît réellement là que dans les intervalles qui séparent les précé-

dentes dépressions, c'est-à-dire aux endroits où les rayons d'émission font défaut. D'où cette curieuse conséquence que des raies qui la veille n'étaient que vaguement indiquées, deviennent de véritables sillons par suite de ce développement des filaments dans les parties intermédiaires. Notre champignon a ainsi, en quelque sorte, par sa présence, accentué les inégalités de niveaux antérieurs, et c'est comme un spectre biologique qui se dessine à la surface du substratum. A ce moment, d'ailleurs, dans la zone comprise entre la partie moyenne ultra-violette précédemment décrite (3030-2480) et la région lumineuse, le rectangle formé par l'ensemble des radiations du spectre est vaguement indiqué. Des dépressions à peine marquées y coïncident avec les raies 3130, 3300, 3600 (ultra-violet), et même un peu plus tard avec les deux bandes violettes 4040, 4350. Mais ces dépressions s'effacent graduellement, et cela dans l'ordre inverse où elles ont apparu. Seule, l'image de la raie 3130 la plus rapprochée de la zone nocive (3030-2480) persiste. Remarquons, de plus, que ces radiations qui impressionnent fortement le papier photographique, n'ont pas la même action sur le *Phycomyces*, comme l'ont celles de l'ultra-violet moyen (3030-2480); nous ne constatons pas, en effet, ici une absence complète de la végétation, mais seulement une souffrance du mycélium, et cette souffrance s'affaiblit vers les grandes longueurs d'onde, puisque dans les bandes verte et jaune, à aucun moment, nous ne décelons de sillon.

Alors que l'image du spectre s'évanouit sous un duvet à peu près uniforme dans la région que nous venons de décrire, elle s'est au contraire de plus en plus accusée dans l'ultra-violet moyen (3030-2480). Et au delà, vers les courtes longueurs d'onde, toutes les radiations indiquées sur le papier au citrate d'argent (impressionné pourtant pendant 5 heures) sont apparues. Vers la fin de l'expérience, nous constatons même que ces lignes y sont plus accentuées que sur la photographie. Nous avons encore pu mettre en évidence des radiations de longueur d'onde d'environ 2000 en faisant agir brusquement le spectre de l'arc au mercure sur le *Phycomyces* développé d'abord en dehors de toute influence nuisible. Ces radiations ne sont pourtant plus indiquées sur le papier photographique.

Les résultats obtenus ont été analogues avec le *Sterigmatocystis nigra* et *Rhizopus nigricans;* les seules différences résident dans une sensibilité moindre pour ces deux autres espèces.

En résumé : I. Les champignons soumis aux conditions décrites plus haut dessinent un spectre biologique qui coïncide exactement, autant qu'on peut le constater, avec le spectre photographique.

II. L'action des radiations du spectre sur la culture n'est cependant pas toujours proportionnelle à l'impression qu'elles laissent sur le papier aux sels d'argent.

III. Elle l'est pour la zone moyenne ultra-violette (3030-2480), qui est la plus nocive.

IV. Elle ne l'est généralement plus pour les deux zones situées de part et d'autre de cette dernière et où la nocivité va en diminuant à mesure que

l'on s'éloigne de cette région moyenne pour marcher vers les deux extrémités du spectre.

Pour les courtes longueurs d'onde, l'action des radiations est encore sensible sur la culture, alors qu'elle ne se manifeste plus sur le papier photographique. Au contraire, inversement, pour les grandes longueurs d'onde ultra-violettes (3130, 3300, 3600) et violettes (4040, 4350), qui dessinent sur le papier au citrate de fortes lignes noires, la nocivité sur le champignon devient presque nulle.

BOTANIQUE. — *Sur une nouvelle famille d'Æolididés, les Madrellidés, et sur le nouveau genre* Eliotia *appartenant à cette famille.* Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. Bouvier.

Le groupe des Æolididés qui formait à l'origine un genre unique de Mollusques gastéropodes nudibranches, sous la dénomination d'*Æolis* Cuvier, se trouve être divisé de nos jours en un grand nombre de familles. Certaines de celles-ci ne contiennent que des animaux confinés dans les régions arctiques et tempérées, d'autres habitent seulement les mers tropicales, d'autres enfin se répartissent entre ces diverses régions.

Parmi les Æolididés ayant une aire géographique étendue, nous avons le genre *Madrella*, dont un représentant, décrit par Alder et Hancock en 1864, habite les côtes orientales d'Afrique et celles de l'Hindoustan, et un autre, découvert par nous en 1903, à l'entrée du golfe de Marseille.

Cette année nous avons pris, dans les mêmes fonds, un très petit Mollusque qui, tout en offrant beaucoup d'affinités avec le genre *Madrella*, mérite d'en être séparé. Cet animal, que nous dédions au savant malacologiste anglais, sir Eliot, est surtout caractérisé par les dimensions de son voile céphalique qui forme toute la partie antérieure de son corps, et par la grandeur de ses mâchoires cornées qui sont de dimensions beaucoup plus considérables, surtout en longueur, que celles du précédent Mollusque.

Le genre *Eliotia* n'est représenté que par cet unique individu que nous dénommerons *Eliota Souleyeti*, pris au large du petit port de Carry-le-Rouet, dans la partie occidentale du golfe de Marseille. Comme son proche parent, le *Madrella aurantiaca*, il a été trouvé au milieu de débris de Bryozoaires (*Eschara cervicornis* et *fascialis*, *Myriozoon truncatum*, *Retepora cellulosa*, etc.) ramenés par les filets des pêcheurs de 60^{m} à 75^{m} de profondeur.

Les Mollusques faisant partie de ces deux genres, en dehors de la pré-

sence de cirres dorsaux fusiformes, ou cirres hépatiques qui en font des Æolididés, offrent les caractères communs suivants :

Tentacules dorsaux ou rhinophores cylindro-coniques, présentant autour de leur moitié supérieure de nombreuses digitations tubulaires, simples, contractiles, rappelant un peu celles des rhinophores des Tritoniadés.

Les mâchoires de ces Mollusques, au lieu d'être lamelleuses dans toute leur étendue, comme chez tous les Æolididés, sont massives, très épaisses, cornées, mais assez molles, à face interne peu concave et à face externe irrégulièrement convexe, mamelonnée avec ou sans arêtes longitudinales.

Ce sont ces caractères communs, bien spéciaux, qui nous engagent à établir pour ces deux genres une famille nouvelle que nous désignerons sous le nom de *Madrellidés*. Cette famille devra être placée dans le voisinage de celle des Coryphellidés.

Ou ne peut, selon nous, maintenir dans la famille des Janidés le genre *Madrella* qui y avait été placé en 1892 par notre savant et regretté ami le Dr R. Bergh, de Copenhague (*Reisen in Archipel der Philippinen von C. Semper;* fasc. XVIII : System der Nudibranchiaten Gasteropoden, p. 1036 et 1037). En effet, si l'on fait abstraction du caractère commun aux Janidés et aux Madrellidés, l'existence de cirres hépatiques sur tout le pourtour du dos y compris le voile céphalique, l'on constate qu'il n'y a pas d'autres caractères semblables entre ces animaux.

La radula des Janidés (*Janus*, *Janolus et Proctonotus*) est multisériée et les dents n'ont aucune ressemblance avec les dents de la radula trisériée des Madrellidés; les mâchoires sont lamelleuses avec processus masticateur fortement denté ne rappelant en rien celles que nous venons de décrire. L'anus des Janidés est dorsal au lieu d'être latéral, et les rhinophores sont perfoliés et non digités. Enfin, les ganglions cérébroïdes du collier œsophagien sont bilobés, tandis qu'ils n'offrent aucun étranglement chez les Madrellidés.

La création de cette nouvelle famille s'impose donc et, comme nous l'avons déjà dit, elle devra être placée dans le voisinage des Coryphellidés, dans la grande section des Æolididés.

ZOOLOGIE. — *Sur les masses mésodermiques intermédiaires et leurs dérivés chez les Téléostéens.* Note de M. I. Borcea, présentée par M. Yves Delage.

Les Téléostéens présentent, comme différenciation particulière de leur mésoderme, une masse cellulaire intermédiaire, décrite pour la première

fois par Œllacher. L'avis des auteurs est très partagé en ce qui concerne les différenciations ultérieures de cette masse cellulaire. Je ne rappelle ici que les recherches les plus récentes : d'après Félix ([1]), la masse intermédiaire (Venenstrang) serait l'ébauche de la veine cardinale et des cellules du sang. L'endothélium de l'aorte serait formé par des cellules sclérotomiques. D'après Swaen et Brachet ([2]), le système vasculaire sanguin entier : aorte, veine cardinale, cellules du sang se développent aux dépens de cette masse cellulaire (lames et masses intermédiaires). Enfin, Sobota ([3]) et Derjugin ([4]) soutiennent que les masses intermédiaires (cordons sanguins) donnent seulement les cellules du sang, l'endothélium des vaisseaux (aorte, veines) prenant son origine dans le sclérotome.

Mes recherches poursuivies sur les formes suivantes : *Belone acus* Risso; *Exocetus volitans* L.; *Cristiceps argentatus* Risso; *Gobius capito* C. V.; *Syngnatus acus* Mich.; *Siphonostoma Rondeletii* Delor. et *Uranoscopus scaber* L., me permettent d'affirmer que les sclérotomes n'interviennent en rien dans la formation de l'endothélium des vaisseaux; celui-ci a la même origine que les cellules du sang et dérive du mésoderme intermédiaire (masses ou cellules intermédiaires).

En outre, contrairement à tous les auteurs précédents, j'ai observé qu'il est inexact de croire qu'après la différenciation de l'aorte, la masse intermédiaire se transformerait complètement en veine cardinale. Les troncs principaux de celle-ci, ainsi que ses ramifications principales, se forment aux dépens d'une partie seulement de la masse intermédiaire. Entre l'aorte et la veine d'une part, entre celle-ci et les canaux de Wolff d'autre part, ainsi qu'entre les ramifications des veines cardinales, restent intercalés ou des îlots cellulaires ou seulement des cellules isolées, suivant que le mésoderme intermédiaire est représenté par des masses volumineuses ou réduites. Ces îlots cellulaires ou ces cellules isolées forment un blastème embryonnaire aux dépens duquel se différencient les canalicules du rein; le reste, qui n'est pas employé dans la formation du rein, devient le tissu lymphoïde de cet organe.

Chez *Belone acus*, les masses mésodermiques intermédiaires commencent à se séparer des plaques latérales primaires dans les embryons âgés de 3 jours 8 heures (10 somites).

([1]) *Anat. Hefte*, t. XXV et XXVI.
([2]) *Archives de Biologie*, t. XVI et XVIII.
([3]) *Anat. Hefte*, t. XIX.
([4]) *Travaux Soc. Imp. Nat. Pétersbourg*, t. XXXIII.

Chez les embryons de 3 jours 11 heures (13-14 somites), cette séparation est accomplie au niveau des somites moyens; elle se continue ensuite aussi bien en avant qu'en arrière. Pendant ce temps, les masses intermédiaires déjà formées et les plaques latérales glissent entre les somites et la couche endodermique, se rapprochant de plus en plus de la ligne médiane. Ces masses intermédiaires sont représentées par une seule couche de cellules au niveau des premiers segments et par des masses ovoïdes au niveau des segments moyens et postérieurs. Dans les embryons de 4 jours 7 heures (19-22 somites), les masses intermédiaires des deux côtés sont arrivées en contact sur la ligne médiane du corps, au-dessous de la notocorde. Les premières cellules arrivées sur la ligne médiane s'aplatissent, prennent l'aspect endothélial et délimitent entre elles une cavité unique ou double qui est la cavité de l'aorte. A ce moment, il n'y a aucun élément sclérotomique séparé. Les restes plus volumineux des masses intermédiaires se réunissent entre eux, au-dessous de l'aorte (embryons de 4 jours 19 heures ayant 26-27 somites) formant une masse unique volumineuse à contour ovoïdal, qui s'étend en avant jusqu'au neuvième segment. Chez les embryons de 5 jours 5 heures (32 somites), un bon nombre de cellules des masses intermédiaires a pris l'aspect endothélial. A ce moment seulement, les sclérotomes commencent à s'indiquer dans les somites sous forme de digitations formées par les coins inféro-internes de ceux-ci; pourtant aucun élément sclérotomique n'est encore séparé.

Les premières cellules endothéliales se forment à la face ventrale de la masse intermédiaire; à aucun moment elles ne forment un revêtement complet de celle-ci; les autres cellules endothéliales qui se différencient ensuite (embryons âgés de 6 à 7 jours) montrent un arrangement irrégulier dans l'intérieur de la masse intermédiaire et sur les côtés latéraux. Au début de la circulation (huitième jour), les cellules endothéliales délimitent deux vaisseaux principaux à la face ventrale de la masse intermédiaire : un vaisseau plus grand qui s'étend dans toute la longueur du tronc (veine cardinale droite) et un vaisseau plus petit, limité seulement dans la région antérieure du tronc (veine cardinale gauche). Avec ces vaisseaux communique un réseau de lacunes à parois endothéliales. Les vaisseaux et les lacunes sont remplis de cellules mésodermiques intermédiaires, arrondies ou ovoïdales; celles-ci entrent dans la circulation, arrivent à la surface du vitellus et se transforment en cellules du sang.

Dans la partie supérieure de la masse intermédiaire, on remarque des îlots cellulaires irréguliers, étendus entre l'aorte, les veines et les canaux de Wolff; ils forment presque un cordon irrégulier dans la partie postérieure du corps. Ces cellules ne rentrent pas dans le courant circulatoire et conservent les caractères embryonnaires jusque dans les premiers jours après l'éclosion. Chez les larves âgées de 24 à 30 jours, ayant $1^{mm},5$ à $1^{mm},8$ de longueur, on voit que dans ce blastème commencent à se différencier des masses sphériques ou ovoïdales qui se mettent en relation avec les parois des canaux de Wolff, s'accroissent en longueur et se transforment en canalicules rénaux; *ceux-ci ont donc une origine commune avec le système sanguin.*

Parmi les autres types étudiés, chez les uns le mésoderme intermédiaire est aussi bien développé que chez *Belone* (*Exocetus*, *Crysticeps*); chez les autres il l'est moins (*Gobius*, *Syngnatus*, *Siphonostoma*); il est réduit chez *Uranoscopus* à une seule couche de cellules appliquée contre la face inféro-interne du sclérotome. Il est donc toujours net et son évolution, en ce qu'elle a d'essentiel, s'accomplit de la même manière que chez *Belone*.

BIOLOGIE. — *Contribution à l'étude biologique des* Chermes (¹). *La génération sexuée chez les* Chermes *des Pins aux environs de Paris.* Note de M. **Paul Marchal**, présentée par Yves Delage.

Dans une Note antérieure (²), j'ai montré, par des expériences sur les migrations, que le *Chermes* vivant sur le Pin Weymouth (*Pinus strobus*, originaire de l'Amérique du Nord, mais très répandu actuellement en Europe), constituait une espèce ou tout au moins une race entièrement distincte du *Chermes* qui se trouve sur notre *Pinus sylvestris* indigène et qui présente des migrations sur les Épicéas (*Picea excelsa* et *Picea orientalis*). Börner (³) a depuis signalé des différences morphologiques délicates, mais très nettes et constantes entre les deux formes. On peut donc trouver communément et en abondance sur les Pins aux environs de Paris deux espèces de *Chermes* : l'une, le *Chermes pini*, vivant sur le *Pinus sylvestris* indigène, et l'autre, le *Chermes strobi*, vivant sur le *Pinus strobus* d'Amérique.

Le *Chermes strobi* était connu jusqu'ici exclusivement par ses générations parthénogénétiques sur le *Pinus strobus*. J'ai trouvé, cet été, les ailés sexupares et les sexués de cette espèce, fixés en grand nombre sur un Épicéa originaire également de l'Amérique du Nord, le *Picea nigra* (var. *Doumeti*). Leur évolution a lieu très semblablement à celle des formes correspondantes du *Chermes pini* sur le *Picea orientalis*. J'ai observé de nombreux sexués en cours de développement et une femelle adulte; mais je n'ai trouvé ni fondatrices, ni galles, ce qui peut tenir à la variété du *Picea nigra* que j'ai observée ou aux conditions climatériques.

Le cycle du *Chermes strobi* peut donc se poursuivre, au moins jusqu'au

(¹) Voir les *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, t. LXV, 1908, p. 229, pour la Note antérieure (5e Note sur les *Chermes*).

(²) *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXIII, 1907, p. 341.

(³) *Eine monographische Studie über die Chermiden*, Berlin, 1908.

stade sexué adulte, si ce *Chermes* a à sa disposition le *Picea nigra* en plus du *Pinus strobus*. S'il n'a, au contraire, à sa disposition que le *Pinus strobus*, comme c'est le cas de beaucoup le plus ordinaire en France, où les *Picea nigra* ne se trouvent que isolément et très rarement dans les parcs, le cycle du *Chermes strobi* se compose alors exclusivement de générations parthénogénétiques, ce qui ne l'empêche pas, d'ailleurs, d'être très prolifique.

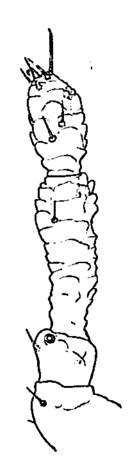


Fig. 1. — *Chermes strobi* : antenne droite de la femelle, très grossie, face dorsale.

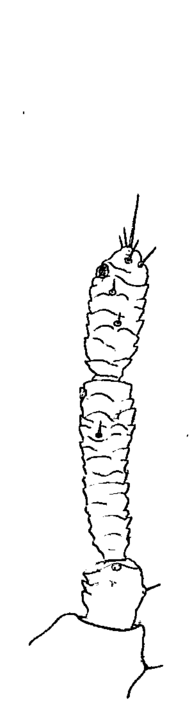
Quant au *Chermes pini*, les auteurs s'accordent à reconnaître que la génération sexuée découverte par Cholodkovsky sur l'Épicéa commun (*Picea excelsa*) avorte généralement et que, dans les cas assez rares où les sexués arrivent à l'âge adulte, leur descendance s'éteint presque toujours sans aboutir à la formation des galles, la fermeture du cycle par retour des ailés gallicoles sur le *Pinus sylvestris* étant ainsi rendue impossible.

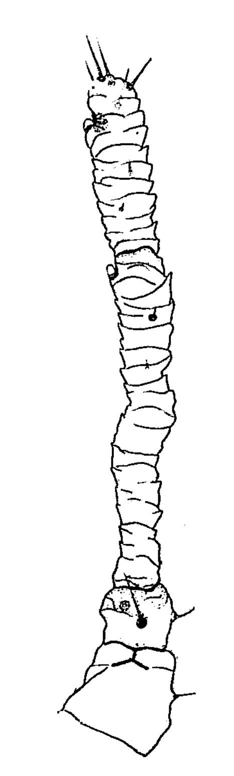
J'ai moi-même montré (1) que, conformément aux prévisions de Cholodkovsky, ce cycle interrompu de notre *Chermes pini* indigène, avec migrations incomplètes sur le *Picea excelsa* de nos forêts, correspond à la première partie du cycle complet d'un *Chermes* habituellement désigné sous le nom de *Ch. orientalis*, qui habite la région du Caucase et y produit sur le *Picea orientalis* une génération sexuée normale aboutissant à la formation de galles caractéristiques et depuis longtemps connues. J'ai en effet mis à profit la présence d'un petit nombre de *Picea orientalis* plantés dans un parc aux environs de Paris, pour montrer expérimentalement que les ailés, issus des

---

(1) *Bull. Soc. entom. France*, 1906, p. 179, et *C. R. Soc. Biol.*, t. LXIII, 1907, p. 340.

galles récoltées sur ces arbres, émigrent sur le Pin commun (*Pinus sylvestris*), pour y former des générations parthénogénétiques, morphologiquement identiques à celles du *Ch. pini* de nos forêts et s'y succédant d'une façon semblable. Ces résultats ont été de tous points confirmés par Börner, de sorte qu'actuellement l'identité, tout au moins spécifique, de *Ch. orientalis* et de notre *Ch. pini* indigène me paraît bien établie.





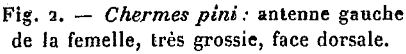


Fig. 2. — *Chermes pini :* antenne gauche de la femelle, très grossie, face dorsale.

Fig. 3. — *Chermes pini :* antenne droite du mâle, très grossie, face ventrale.

Cholodkovsky (¹) suppose, toutefois, que nous devons nous trouver en présence de deux espèces distinctes, bien que non morphologiquement reconnaissables, résultant de la scission d'une espèce primitive; l'une de ces deux espèces, le *Ch. pini* indigène de nos forêts, ne conserverait plus la génération sexuée qu'à l'état de rudiment infonctionnel sur le *Picea excelsa ;* l'autre, ayant un cycle complet avec génération sexuée normale sur le *Picea orientalis*, se serait cantonnée dans la région montagneuse de l'Europe orientale

(¹) *Die Coniferen-Läuse Chermes*, Berlin, 1907, p. 30 et 33.

et méridionale. Cette séparation existe-t-elle en réalité et, si elle existe, à quel degré les deux lignées sont-elles aujourd'hui séparées l'une de l'autre?

Étant données mes observations en France, suivies de celles de Börner en Allemagne, il paraît difficile de s'expliquer l'apparition dans nos régions de galles répondant au type *Ch. orientalis* sur l'Épicéa du Caucase autrement que par une contamination venant de notre *Chermes pini* indigène, qui, d'ailleurs, manifeste une préférence marquée pour le *Picea orientalis*.

Les dernières expériences que j'ai faites tendent toutefois à montrer que les *Chermes* issus des galles récoltées sur *Picea orientalis* et émigrés sur le Pin sylvestre donnent sur cet arbre une descendance qui ne se comporte pas de tous points comme notre *Ch. pini* indigène. D'un côté, j'ai en effet obtenu, cette année, avec mes Pins sylvestres contaminés l'année précédente par des galles de *Ch. pini* (*orientalis*), un grand nombre de sexupares et très peu *d'exsules alatæ;* les sexupares de cet élevage émigrés sur *Picea orientalis* y ont produit une abondante descendance de sexués et ceux-ci ont donné de nombreuses fondatrices.

D'un autre côté et en opposition avec ce qui précède, les *Chermes pini* indigènes, récoltés en forêt, dans un endroit éloigné de tout parc où puissent se rencontrer des *Picea orientalis*, m'ont donné un grand nombre d'*exsules alatæ* et un nombre beaucoup plus faible de sexupares; ceux-ci, émigrés sur des *Picea orientalis* et malgré leur préférence marquée pour cet arbre, ne produisirent qu'un petit nombre de sexués complètement développés et je ne pus découvrir de fondatrices issues des sexués.

Ces faits portent à conclure que le *Chermes pini* (*orientalis*) descendant directement des galles sur *Picea orientalis* et le *Chermes pini* de nos forêts constituent deux lignées qui ne se comportent pas entièrement de même au point de vue biologique. On ne saurait toutefois en déduire que l'aboutissement des sexués, qui dans le second cas a échoué en captivité, échouerait aussi en liberté : on sait, en effet, que chez les *Chermes*, comme chez les *Phylloxera*, les conditions de la captivité sont très défavorables à la fixation et à la reproduction des sexupares. Étant données les conditions dans lesquelles apparaissent les galles en plein air et la préférence du *Ch. pini*, quelle que soit son origine, pour le *Picea orientalis*, la formation constante de la race *orientalis* aux dépens de la race *pini* indigène, partout où peuvent se rencontrer des *Picea orientalis*, est au contraire d'une extrême vraisemblance.

Pour résoudre en tout cas la question d'une façon définitive, j'ai transporté au printemps dernier un *Picea orientalis* en pleine forêt dans un endroit

voisin de Pins très contaminés : il s'est déjà cette année garni de sexupares qui ont donné des sexués ; je le tiendrai en observation les années suivantes et si, une année ou l'autre, des galles de *Chermes orientalis* apparaissent, elles ne pourront provenir que du *Chermes pini* indigène.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *La composition chimique du lait des vaches tuberculeuses.* Note de M. **A. Monvoisin**, présentée par M. A. Chauveau.

Depuis 4 ans, nous avons pratiqué l'examen complet de seize échantillons authentiques du lait de sept vaches, tuberculeuses à des degrés différents.

Les unes avaient de la tuberculose mammaire, les autres de la tuberculose viscérale assez accentuée, mais sans lésions mammaires décelables à l'examen clinique le plus minutieux.

Nous avons ainsi pu suivre les modifications survenues dans la composition du lait sécrété par une mamelle malade, depuis les premières atteintes jusqu'à la période ultime de l'affection, où la mamelle est complètement tarie.

Les résultats obtenus sont très nets ; les plus importants sont réunis dans le Tableau suivant :

En grammes par litre.	Lait de vache saine.	Vache n° 1. — Tuberculose mammaire. 13 février 1906. Lait d'apparence normale, mélange des quatre quartiers.	Vache n° 1. 26 février 1906. Quartiers sains. — Lait d'apparence normale.	Vache n° 1. 26 février 1906. Quartier malade. — Lait jaunâtre.	Vache n° 2. — Tub. mamm. 1er juin 1907. Lait jaunâtre, renferme des bacilles.	Vache n° 3. — Tub. mamm. 17 juin 1908. Lait jaunâtre grumeleux.
Acidité (en acide lactique)	1,54	0,89	1,02	0,53	0,12	0,23
Résidu sec	142,3	116,9	108,6	111,55	129,30	73,4
Azote total	5,87	7,03	5,05	11,04	10,80	8,24
Matières albuminoïdes	38,5	46,1	33,1	72,4	70,80	63,90
Matière grasse	46,5	29,5	22,5	18,0	1,5	0,7
Lactose	43,5	24,6	38,7	7,7	0,0	0,0
Cendres	7,30	8,45	6,55	9,20	9,50	9,60
Chlore (en chlorure de sodium)	1,40	2,42	2,16	4,71	4,81	5,13
Point de congélation	$-0^{\circ},550$	$-0^{\circ},560$	$-0^{\circ},550$	$-0^{\circ},540$	$-0^{\circ},510$	$-0^{\circ},510$
Indice de réfraction à 15°	1,3434	1,3438	1,3428	1,3382	1,3499	»
Résistance spécifique à 18°	240ohms	»	»	»	116ohms	153ohms

L'acidité a été déterminée à l'aide de l'eau de chaux, avec la phtaléine comme indicateur.

Le sérum employé pour la mesure de l'indice de réfraction a été préparé par le procédé de Ripper, avec 2^{cm} d'acide acétique au cinquième.

La matière grasse, le lactose, la caséine (mais non les autres matières albuminoïdes) caractéristiques du lait, sont élaborés en plus faible quantité qu'à l'état normal. Cette diminution aboutit à leur disparition complète, ou à peu près complète.

Dans trois des échantillons analysés, nous n'avons trouvé aucune trace de sucre réducteur, lactose ou glucose.

Les composants du lait qui proviennent du sang par simple filtration (albumine et matières minérales) sont plus abondants qu'à l'état normal.

L'augmentation de la teneur en albumine explique le taux élevé d'azote total (déterminé par le procédé Kjeldahl) atteignant parfois le double de l'azote normal.

Les cendres du lait malade s'élèvent rapidement et atteignent près de 10^{g} par litre; en même temps, leur composition varie et leur partie soluble, principalement le chlorure de sodium, s'accroît notablement. Le lait normal renferme environ $1^{g},4$ de ClNa par litre (soit 20 pour 100 du poids des cendres); le lait tuberculeux en contient 5^{g} et davantage, ce qui représente 50 ou 60 pour 100 du poids des cendres.

Le point de congélation reste assez longtemps invariable (— 0°, 550), grâce à la modification survenue dans la composition des matières minérales.

L'indice de réfraction du sérum acétique, influencé principalement par la quantité de lactose, diminue au fur et à mesure que ce sucre disparaît.

Par suite de la plus grande teneur en sels minéraux solubles, la conductibilité électrique du lait malade s'accroît; nous avons trouvé, pour la valeur de la résistance spécifique, 116 et 153 ohms, la résistance normale étant environ 240 ohms.

En définitive, les analyses montrent que le lait fourni par une mamelle atteinte de tuberculose passe insensiblement de la composition normale à celle du sérum sanguin, aussi bien en ce qui concerne les matières organiques que les matières minérales. Lorsque l'affection est très avancée, l'épithélium mammaire laisse passer, sans le modifier, tout ce que le sang lui apporte.

Le Tableau suivant met en regard des analyses de lait normal, de lait tuberculeux et de sérum sanguin :

Pour 1000.	Lait normal.	Lait tuberculeux.	Sérum sanguin.
Matières albuminoïdes.	38,5	72,4	75,0
Matière grasse........	46,5	0,7	1 à 3
Sucre................	43,5 (lactose)	0,0 à 2,0	2 (glucose)
Cendres.............	7,3	9,6	8,7
Chlorure de sodium...	1,4	5,1	5,6

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'existence probable d'un centre très accentué de basses pressions dans la région du Tchad, d'après les observations de la Mission Niger-Tchad.* Note [1] de M. le Capitaine **Tilho**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

De Cotonou au Tchad, pendant le voyage d'aller et le voyage de retour, la Mission a exécuté une série de mesures altimétriques, par échelons, à l'aide d'observations simultanées de l'hypsomètre dans deux stations consécutives.

Ces mesures ont conduit, pour l'altitude du Tchad, au nombre 247^m [2].

D'autre part, des observations régulières de la pression atmosphérique, au nombre de trois par jour, ont été effectuées pendant les 8 mois du séjour de la Mission au Tchad, de novembre 1907 à juin 1908. Elles étaient accompagnées d'observations de la température et de l'humidité, faites suivant les instructions du Bureau central météorologique et dans des conditions aussi bonnes qu'il nous a été possible de les réaliser.

Le Tableau suivant donne, pour chaque mois, les valeurs moyennes des trois observations quotidiennes :

	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
Pression (à 0°, en mercure normal)	$734^{mm},7$	$736^{mm},2$	$735^{mm},3$	$733^{mm},3$	$731^{mm},0$	$729^{mm},0$	$732^{mm},6$	$733^{mm},0$
Température	24°,0	19°,9	21°,2	24°,7	28°,8	33°,6	33°,6	32°,7
Humidité	31	39	33	30	26	33	33	48

En admettant la valeur trouvée, 247^m, pour l'altitude de la station, on a pour les pressions réduites au niveau de la mer :

	Novembre.	Décembre.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
Pression au niveau de la mer	$756^{mm},0$	$757^{mm},9$	$756^{mm},8$	$754^{mm},5$	$751^{mm},9$	$749^{mm},4$	$753^{mm},1$	$753^{mm},5$

Or, ces valeurs, et particulièrement le minimum d'avril, $749^{mm},4$, sont remarquablement faibles par rapport à celles qui résultent des observations barométriques faites (à des distances, il est vrai, considérables), d'une

(1) Présentée dans la séance du 11 octobre 1909.

(2) Les deux séries de mesures, à l'aller et au retour, ont donné, comme erreur de fermeture du réseau, une différence de 9^m sur l'altitude de Cotonou, calculée, au retour, en partant de la valeur 247^m pour l'altitude de la station du Tchad.

part, dans les stations de l'Afrique occidentale française et, d'autre part, à l'Est, dans les station anglaises du Soudan égyptien.

C'est ce qui ressort du Tableau suivant, où nous donnons pour diverses stations des deux groupes, échelonnées à peu près suivant leur latitude, les valeurs moyennes de la pression réduite au niveau de la mer pendant l'ensemble des 8 mois de novembre 1907 à juin 1908 (¹). Nous y avons joint les valeurs de l'amplitude annuelle, dont la considération paraît intéressante, et nous indiquons, en outre, les mois où se produisent les valeurs extrêmes.

	Latitude.	Pression moyenne.	Amplitude.	Maximum en	Minimum en
	° ′	mm	mm		
Tchad (250m)..........	13.40 N.	754,1	8,5	Décembre	Avril
Stations de l'Afrique occidentale française.					
Tombouctou (250m)....	16.43	757,8	4,5	Janvier	Mai
Kayes (38m)...........	14.29	758,6	4,3	Janvier	Mai
Saint-Louis (5m).......	18.51	758,8	1,9	Janvier	Avril
Porto-Novo (21m)......	6.28	758,1	3,8	Juillet	Mars
Bangui (370m).........	4.21	756,6 (²)	3,2?	Juin?	Mars
Stations du Soudan égyptien.					
Atbara (353m).........	17.40	757,5	4,6	Déc.-janv.	Juin
Kartoum (383m)........	15.37	756,8	3,5	Déc.-janv.	Mai
Wad Medaui (408m)....	14.24	756,7	3,5	Décembre	Avril
Kodok (388m)..........	9.53	756,2	3,7	Août	Mars
Wan (440m)...........	7.42	756,7	2,5	Août	Avril
Mougalla (445m).......	5.11	755,1	2,1	Août	Mars

Le minimum barométrique de la région du Tchad apparaît nettement dans ce Tableau; et, d'autre part, en raison de la grandeur de l'amplitude, qui est à peu près double de celle des autres stations, ce minimum doit être remarquablement accentué

(¹) Ces valeurs ont été calculées d'après les observations centralisées par le Bureau central météorologique, pour les stations de l'Afrique occidentale, et d'après la publication mensuelle du *Survey Department* égyptien, pour les stations soudanaises.

Les altitudes admises pour la réduction au niveau de la mer sont indiquées dans le Tableau. Ces nombres sont probablement un peu incertains pour quelques-unes de nos stations continentales, Tombouctou et Bangui notamment. Pour cette raison, des réserves sont nécessaires sur les valeurs des pressions réduites.

(²) Cette valeur est douteuse. Toutefois le minimum de Bangui paraît certain, si l'altitude de 370m est exacte.

en avril, qui est, d'ailleurs, un des deux mois les plus chauds de cette région. La valeur $749^{mm},4$, relative à ce mois, est inférieure de plusieurs millimètres aux pressions les plus faibles dans les stations mentionnées plus haut.

On ne retrouve la trace très affaiblie de ce minimum que dans quelques-unes des stations les moins éloignées et, particulièrement, vers l'Est, du côté du Soudan égyptien. Mais les distances de ces stations au Tchad, supérieures à 2000^{km} (sauf pour Wan, 1800^{km} environ), sont trop grandes pour que leurs données fournissent une indication vraiment intéressante sur la répartition des pressions.

A Tombouctou, qui, par rapport au Tchad, est à peu près exactement à l'opposé de la station de Wan et à la même distance (1800^{km}), l'influence de ce minimum n'apparaît pas et la variation de la pression ($757^{mm},8$) depuis Saint-Louis ($758^{mm},8$) et Kayes ($758^{mm},6$) est normale. Seule, la pression plus faible de Bangui ($756^{mm},6$), à 1200^{km} environ du Tchad, vers le Sud, pourrait être rattachée au minimum de cette région.

Si l'existence de ce dernier, au centre du continent africain, nous paraît peu douteuse, nous ne devons pas oublier, cependant, que son caractère plus ou moins accentué est intimement lié à la précision de la valeur adoptée pour l'altitude du Tchad, d'après nos mesures altimétriques. Cette précision nous a paru suffisante pour nous permettre de présenter avec confiance le résultat de nos observations.

M. M. Gandillot adresse une brochure intitulée : *Origine de la gamme.*

(Renvoi à l'examen de M. J. Violle.)

M. E. Pinerua Alvarez adresse une Note intitulée : *Procédé rapide de dosage du vanadium dans les minéraux et les produits industriels vanadifères.*

M. G. Hyvert adresse une Note *Sur l'analyse colorimétrique.*

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'en raison des fêtes de la Toussaint la séance du lundi 1er novembre est renvoyée au mardi 2 novembre.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les phénomènes qui caractérisent le déménagement chez la Fourmi moissonneuse*, Messor barbarus *L*. Note de M. **E.-L. Bouvier**.

On sait, depuis Lespès et Moggridge, qu'une Fourmi de la région méditerranéenne, le *Messor barbarus* L., récolte des graines durant la belle saison et les met en réserve, pour l'usage, dans des greniers souterrains annexés à ses galeries. Durant les vacances dernières j'ai pu longuement étudier cette espèce à Saint-Georges-de-Didonne, près Royan, où ses colonies sont très nombreuses près du bord de la falaise, en terrain ordinairement calcaire. La plupart de mes observations confirment les travaux des zoologistes assez nombreux qui ont étudié jusqu'ici ce curieux Insecte ; néanmoins quelques-unes me paraissent inédites, entre autres celles relatives aux manifestations qui accompagent le déménagement, lorsque ces Fourmis éprouvent le besoin de changer de gîte. La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est exclusivement relative à ce dernier point.

1. Les colonies de *M. barbarus* sont parfois très étendues et leurs galeries s'ouvrent à l'extérieur par plusieurs orifices plus ou moins éloignés les uns des autres. Ces orifices servent d'issue à des gîtes souterrains où travaillent et se réfugient de nombreuses ouvrières qui, malgré l'éloignement, font

partie de la même peuplade. Quand les Fourmis déménagent, elles portent dans l'un des gîtes les graines et le couvain contenus dans un autre qui n'est plus à leur convenance.

J'ai observé deux déménagements, l'un tout près de Saint-Georges, l'autre sur les rochers de Vallière; dans le premier cas, les deux gîtes étaient distants de plus de 10^m; dans le second, de 6^m à 7^m; ils se trouvaient sur le chemin de récolte allant de l'un à l'autre, chemin qui était coupé par une route des plus fréquentées. Dans les deux cas, l'orifice du gîte à déménager s'ouvrait au milieu du tas de débris et de balles rejetés par les moissonneuses après séparation des graines, tandis que l'orifice du gîte définitif était simplement ouvert dans le sol et entouré par la suite des matériaux de fouissage.

Plusieurs zoologistes ont vu déménager notre Fourmi moissonneuse, mais aucun, à ma connaissance, n'a mis en relief les curieux préliminaires de l'opération. Au cours de ces préliminaires la méthode n'est pas celle des autres Fourmis, qui sont portées d'un gîte à l'autre ou qui suivent au gîte définitif un individu directeur. Le procédé est tout autre. Si l'on désigne par la lettre A le gîte reconnu défectueux et par B le gîte définitif, on voit s'établir un double train fort actif entre les deux gîtes, les ouvrières de A se rendant au gîte B et les ouvrières de B au gîte A. Toutes les Fourmis voyagent à vide, ce qui n'est pas sans étonner quand on connaît leur acharnement à la récolte ; dans les deux cas, elles suivaient sans écart le chemin de récolte allant de A en B. Ce double train dura plusieurs jours, plus ou moins interrompu quand le soleil était violent, mais surtout fort actif le soir et pendant la nuit. Je l'appellerai *train de reconnaissance*, car il servait sûrement à reconnaître les aîtres du gîte à déménager, comme ceux du gîte définitif. Et cela suppose que les Fourmis des deux gîtes, quoique appartenant à la même peuplade, vivaient isolées depuis un assez long temps.

La reconnaissance étant faite, un repos survint, bientôt suivi d'une double procession non moins active. Mais alors toutes les ouvrières allant de A vers B portaient une graine, celles qui marchaient en sens contraire revenant toutes à vide. Les premières n'agissaient pas toutes de la même façon : les unes pénétraient dans les galeries de B pour y déposer leur charge, les autres s'arrêtaient à l'orifice et tantôt y déposaient leur graine qui était recueillie bien vite et emmagasinée par quelque autre ouvrière, tantôt la passaient directement à l'une de celles-ci ; après quoi elle rebroussait chemin pour retourner en A. A l'époque où s'effectuait le déménagement, il y avait du couvain mûr dans les deux gîtes, car il se produisit dans l'un

et dans l'autre des éclosions d'ailés. A Saint-Georges, ces derniers sont recueillis par les gens du village, qui s'en servent pour la capture des petits oiseaux ; cette coutume n'est pas sans contrarier beaucoup les observations, mais elle m'a permis de constater le fait suivant, qui montre la prévoyance et le soin du laborieux Insecte. En pleine période de déménagement, le gîte B fut ouvert d'un coup de bêche pour y recueillir des ailés; ce fut un grand émoi dans la peuplade et surtout parmi les transporteuses. Car l'orifice de B avait disparu, faisant place à une fosse où des parcelles de terre masquaient l'issue des galeries. Ces cataclysmes n'effrayent pas longtemps les ouvrières, qui semblent en avoir pris l'habitude. Pendant que certaines s'occupaient à déblayer pour ouvrir un nouvel orifice, les transporteuses s'arrêtaient sous une motte rejetée par la bêche et y cachaient soigneusement leur précieux fardeau. Le manège dura longtemps, car il y avait des centaines de graines sous cette motte quand je la relevai. Est-il besoin de dire que ces graines furent prises et emmagasinées en B après l'aménagement d'un nouvel orifice?

Je suppose que le gîte A, de Saint-Georges, fut abandonné parce qu'il se trouvait au bord même de la falaise; mais je suis bien sûr que le déménagement de Vallière eut pour cause exclusive l'humidité. Dans cette localité, en effet, le gîte A se trouvait au fond d'un fossé presque horizontal qui longeait la route et où les eaux pluviales n'avaient pas un écoulement suffisant; sur le tas de débris de ce gîte, j'avais vu, bien avant la formation du train de reconnaissance, quantité de petites graines rejetées en pleine germination. Plus tard, j'ouvris le gîte avant la fin du déménagement : dans les greniers les plus bas, toutes les graines avaient germé et poussé, remplissant de leurs tigelles les espaces libres du gîte; plus haut, sur les flancs du fossé, la germination était moins avancée et ne frappait qu'un petit nombre de graines; enfin, dans les greniers supérieurs, toutes les graines étaient parfaitement intactes. Au surplus, ces derniers se trouvaient vides aux trois quarts; c'est sur eux qu'avait dû se porter de préférence l'activité des ouvrières.

Le déménagement dura plusieurs jours; il était particulièrement actif durant la nuit et cessait d'ordinaire tout à fait aux heures de grand soleil. C'est la nuit, à coup sûr, que les ouvrières emportent le couvain, comme on l'a observé d'ailleurs dans beaucoup d'espèces (¹); mais je n'ai pas eu la bonne fortune d'assister à l'opération. Pourtant, à Vallière, par un jour

(¹) Après une pluie battante, j'ai vu déménager, en plein soleil, les nymphes et les larves d'une colonie de *Lasius alienus* Foerst.

voilé, j'ai vu quelques ouvrières du train de reconnaissance transporter des larves et des nymphes. Beaucoup de larves étaient très jeunes, et les plus petites agglomérées en paquets; la plupart provenaient du gîte A, mais j'en ai vu porter aussi à ce dernier gîte, ce qui suffirait à établir, si la démonstration n'en avait souvent été faite, que l'instinct des Fourmis n'est pas infaillible. En tout cas, il y avait dans les deux gîtes du couvain très jeune et, par conséquent, aussi des femelles pondeuses; d'où l'on doit conclure que nos colonies de moissonneuses ont plusieurs reines et que leurs gîtes isolés peuvent, le cas échéant, devenir le centre de colonies indépendantes.

II. La colonie de Vallière m'a offert un spectacle d'une tout autre nature, mais non moins intéressant.

On sait que les fourmilières sont fréquemment habitées par des Cloportes commensaux, qui présentent tous les stigmates de l'adaptation cavernicole, entre autres une atrophie complète des yeux et une dépigmentation qui les rend tout à fait blancs. Ces Cloportes myrmécophiles constituent le genre *Platyarthrus*, qui est représenté par quatre espèces, dont une, le *Pl. Hoffmannseggi* Brdt, est particulièrement répandue. Moggridge [1] n'a pas trouvé le *Pl. Hoffmannseggi* dans les fourmilières de *Messor barbarus* qu'il étudia sur le littoral méditerranéen, mais il l'a observé très communément en compagnie d'une autre moissonneuse fort voisine, le *Messor structor* Latr. Dans le Catalogue des myrmécophiles, publié par M. Wasmann en 1894, le même Cloporte n'est pas signalé dans les colonies de *M. barbarus* qui, d'ailleurs, hébergent deux autres espèces, le *Pl. Schöbli* B. L. et le *Pl. candatus* Aub. et Dollf. Pourtant, c'est bien le *Pl. Hoffmannseggi* que j'ai recueilli dans les colonies de *Messor barbarus*, et l'on verra plus loin qu'il peut, dans certains cas, y pulluler.

Mais ce n'est pas sur ce point que je veux attirer l'attention. A la tombée de la nuit, le 5 septembre, premier jour du déménagement pour la colonie de Vallière, je vis les alentours immédiats du gîte recouverts d'une masse blanche, continue et grouillante, exclusivement formée par des *Pl. Hoffmannseggi*. Familiers des moissonneuses qui leur passaient sur le corps pour se rendre à leur occupation, ils sortaient en grand nombre de l'orifice et se répandaient aux environs, mais dans le sens du chemin suivi pour le déménagement. Les premiers sortis étaient déjà loin sur cette voie, et j'en trouvai d'isolés à plusieurs mètres du gîte. Je revins à 9^h avec une lumière, et j'assistai à un spectacle des plus frappants. Au milieu des ouvrières déménageuses, allant et venant sans aucune trêve, les Cloportes se hâtaient de A vers B, suivant le chemin des moissonneuses, non moins actifs que ces der-

---

(1) J.-T. MOGGRIDGE, *Sur Atta structor* (*Pr. ent. Soc. London*, 1874, p. V).

nières et pour le moins aussi nombreux. Ils pullulaient sur toute la longueur de la voie et, sitôt en B, pénétraient dans leur nouveau gîte.

Le lendemain matin, à 6h, le déménagement continuait, quoique moins actif, et de très nombreux Cloportes effectuaient encore leur migration. Vers 9h, les Fourmis étaient au repos, mais des Cloportes restaient çà et là en divers points de la route, agitant fébrilement leurs antennes comme de coutume. Les plus voisins de A retournaient à ce gîte, mais tous les autres se dirigeaient vers B. Il en fut de même les jours suivants, avec cette différence que les Cloportes migrateurs étaient moins nombreux, la plupart ayant, dès le début, gagné leur gîte définitif.

Ainsi notre Cloporte émigre lorsque les Fourmis déménagent et se rend avec elles au gîte nouveau qu'elles ont choisi. Aveugle (1) et ne participant point au langage de ces dernières, il est sans doute averti de l'exode par le mouvement de va-et-vient qui se manifeste dès les préliminaires du déménagement et se trouve prêt au départ dès que celui-ci a commencé. Il doit être doué au surplus d'un sens olfactif remarquable, car, s'il lui est facile de suivre les ouvrières en pleine activité de déménagement, il n'a plus pour guide que les sens lorsque celles-ci restent au gîte. Alors, comme on l'a vu plus haut, les Cloportes attardés savent parfaitement se reconnaître sur la voie désertée par les Fourmis; ils la suivent sans écart, même quand elle n'est indiquée par aucune trace visible, comme c'était le cas à Vallière, sur la longue étendue où la voie myrmicienne traversait la route. Les Cloportes suivaient rigoureusement cette voie, guidés sans doute par l'odeur, pour nous imperceptible, qu'avaient dû y laisser en passant les Fourmis.

C'est sur les rochers de Vallière, au mois de septembre, que j'ai fait les observations précédentes. Au mois d'août, j'avais suivi un déménagement à Saint-Georges et observé sur le soir de nombreux Cloportes à l'orifice du gîte A; c'était sans doute les préliminaires de l'exode, mais je regrette de ne pas avoir poussé davantage mes recherches sur ce point.

En résumé, le déménagement de la Fourmi moissonneuse, *Messor barbarus*, est précédé par la formation d'un double train de reconnaissance qui s'établit entre le gîte défectueux et le gîte définitif; cela suppose que les deux gîtes sont isolés depuis longtemps; l'un et l'autre devaient même avoir des reines pondeuses dans les cas relevant de mon observation. Les Clo-

(1) J'ai pu constater alors que le *Platyarthrus Hoffmannseggi* est très lucifuge bien qu'aveugle, tandis que le *Messor barbarus* est simplement étonné par la lumière, qui le trouble quelque peu et vers laquelle il se dirige parfois.

portes commensaux émigrent en même temps que les Fourmis et commencent à partir dès le début du déménagement; ils suivent le même chemin que les Fourmis et savent parfaitement s'y orienter, même quand ces dernières sont absentes.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la constitution de la charge électrique à la surface d'un électrolyte.* Note de M. **Gouy**.

On admet généralement que, lorsqu'on électrise un électrolyte, il s'accumule à sa surface des ions, qui forment écran électrique. Cette idée de la charge superficielle, qui paraît d'abord très plausible, conduit pourtant à des contradictions singulières. Ainsi, par exemple, il est facile de voir qu'une petite charge ne fait pas varier la concentration de l'électrolyte à l'intérieur, aux quantités du deuxième ordre près (1), ce qui est paradoxal, puisque les ions accumulés à la surface sont soustraits à la masse liquide.

Un examen plus attentif montre que la charge ne peut être purement superficielle. En effet les ions sont soumis, en outre des forces électriques qui tendent à les accumuler à la surface, à la pression osmotique qui tend à rétablir l'homogénéité (2). Il en résulte un état d'équilibre que nous allons calculer, en nous servant des unités électrostatiques.

Soient ν_c, ν'_c, ... et ν_a, ν'_a, ... les valences des cathions et des anions; N_c, N'_c, ... et N_a, N'_a sont les nombres d'ions-grammes par unité de volume,

---

(1) Considérons en effet deux plateaux d'un même métal, placés à petite distance de la surface d'un électrolyte, et formant ainsi deux condensateurs identiques. Soient V_1 et V_2 les potentiels des deux plateaux, Q et $-Q$ leurs charges, p la pression osmotique. On peut faire varier Q en fournissant le travail $(V_1 - V_2)\,dQ$, et faire varier la concentration en introduisant le volume dv du dissolvant, et fournissant le travail $-p\,dv$. D'où il vient

$$\frac{\partial(V_1 - V_2)}{\partial v} = -\frac{\partial p}{\partial Q}.$$

Mais, si $Q = 0$, on a $V_1 = V_2$, et par suite

$$\frac{dp}{dQ} = 0.$$

La concentration reste donc invariable quand on produit les charges dQ et $-dQ$.

(2) Nous faisons abstraction des forces non électriques qui tendraient à attirer les ions à la surface ou à les en éloigner.

loin de la surface. A la distance x de la surface, ces nombres deviennent $N_c U_c$, $N'_c U'_c$, ... et $N_a U_a$, $N'_a U'_a$, ... Soient ρ la densité électrique au point (x), et m la charge de 1g d'ions-hydrogène. On a

$$(1) \qquad \rho = m(N_c U_c \nu_c + N'_c U'_c \nu'_c + \ldots - N_a U_a \nu_a - N'_a U'_a \nu'_a - \ldots).$$

Posons

$$q = \int_x^\infty \rho \, dx.$$

Les forces étant comptées positivement dans le sens des x croissants, la force électrique qui agit sur les cathions d'une certaine espèce, contenus dans la couche dx, est $-\frac{4\pi}{K} q m N_c U_c \nu_c dx$, en appelant K le pouvoir inducteur, qui est une constante pour les solutions étendues. La force osmotique qui s'exerce sur ces cathions de la part de ceux de même espèce est $-\mathrm{RTN}_c \frac{dU_c}{dx} dx$. Il en est de même pour les anions au signe près, et on a les équations d'équilibre

$$(2) \qquad \frac{4\pi m q}{\mathrm{KRT}} = -\frac{1}{U_c \nu_c} \frac{dU_c}{dx} = \frac{1}{U_a \nu_a} \frac{dU_a}{dx}.$$

Écrivons toutes les équations telles que (2); il en résulte

$$(3) \qquad U_c^{\frac{1}{\nu_c}} = U_c'^{\frac{1}{\nu'_c}} = \ldots = U_a^{-\frac{1}{\nu_a}} = U_a'^{-\frac{1}{\nu'_a}} = \ldots$$

et

$$(4) \quad N_c(U_c - 1) + N'_c(U'_c - 1) + \ldots + N_a(U_a - 1) + N'_a(U'_a - 1) + \ldots = \frac{2\pi}{\mathrm{KRT}} q^2.$$

Les équations (3) et (4) donneront tous les u en fonction de q. Nous nous bornerons ici à en déduire que, s'il s'agit d'une solution aqueuse modérément diluée, les ions propres de l'eau seront en proportion négligeable partout comme à l'intérieur, et nous considérerons désormais un seul cathion et un seul anion, en regardant tous les N comme nuls, sauf N_c et N_a; nous désignerons par C le produit $N_c \nu_c$ ou $N_a \nu_a$.

Les équations (3) et (4) donnent alors pour $U_c - 1$ deux valeurs de signes contraires se réduisant à zéro pour x infini, et l'on choisit celle qui est du signe de q_0 [1]. On peut alors calculer x en fonction de U_c, d'où U_c

[1] L'indice o caractérise les valeurs pour $x = 0$, c'est-à-dire à la surface; q_0 est donc la charge totale par unité de surface.

et U_a en fonction de x. On reconnaît que les courbes qui représentent U_c et U_a éprouvent une simple translation parallèlement à l'axe des x, si q_0 vient à changer.

Les formules sont très simples quand $U_c - 1$ et $U_a - 1$ sont très petits, ce qui arrive, pour des solutions centinormales ou moins diluées, lorsque q_0 est inférieur à 10 unités électrostatiques, ce qui est une charge modérée de condensateur.

On a alors sensiblement, en posant

$$a = \frac{1}{2m}\sqrt{\frac{KRT}{C\pi(\nu_c + \nu_a)}},$$

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} q = q_0 e^{-\frac{x}{a}} \quad \text{et} \quad \rho = \frac{q_0}{a} e^{-\frac{x}{a}}, \\ \frac{U_c - 1}{\nu_c} = -\frac{U_a - 1}{\nu_a} = q\sqrt{\frac{4\pi}{CKRT(\nu_c + \nu_a)}}. \end{array} \right.$$

On voit qu'une charge moyenne ou petite consiste en *une légère condensation des ions d'un certain signe et une légère raréfaction des ions de signe opposé*, toutes deux s'annulant asymptotiquement quand on s'éloigne de la surface.

La distance ε du *centre de gravité* de la charge à la surface est égale à a, ce qui donne, en microns (1) :

Solution décinormale (en ions)	$^{\mu}$ 0,00096
Solution millinormale	0,0096
Eau pure de Kohlrausch	1,01

Les intervalles que nous avons à considérer sont donc, pour les solutions étendues, bien supérieurs aux intervalles moléculaires (2). Au point de vue du potentiel, la charge agit comme si elle était concentrée en son centre de gravité. Il doit donc en résulter une diminution de la capacité du condensateur, qui serait probablement mesurable avec certains liquides.

Nous pouvons calculer aussi les nombres n_c et n_a d'ions-grammes qui sont soustraits à la masse liquide, en raison de la charge et par unité de

(1) Voici les données : $K = 80$; $R = 8,28.10^7$; $T = 291$; $m = 2,90.10^{14}$; C vaut 10^{-4} pour la solution décinormale et $0,9.10^{-10}$ pour l'eau pure; $\nu_c + \nu_a = 2$.

(2) D'après le nombre donné par MM. Jean Perrin et Dabrowski pour la constante d'Avogadro (*Comptes rendus*, 6 sept. 1909), 1^{mol} d'eau occupe un cube de $0^{\mu},0003$ de côté.

surface. On trouve, pour une solution diluée et entièrement dissociée,

$$n_c + n_a = \frac{q_0^2}{2m}\sqrt{\frac{\pi}{\text{CKRT}(\nu_c+\nu_a)}} \qquad \text{et} \qquad n_c\nu_c - n_a\nu_a = \frac{q_0}{m}.$$

La première de ces équations fournit l'explication du paradoxe signalé plus haut.

En ne se restreignant pas au cas de charges modérées, on trouve l'expression générale

$$\varepsilon = \frac{1}{q_0}\frac{\text{KRT}}{4\pi m\nu_c}\,\text{Log nép.}\,\text{U}_{c0} = -\frac{1}{q_0}\frac{\text{KRT}}{4\pi m\nu_a}\,\text{Log nép.}\,\text{U}_{a0},$$

et l'on peut calculer aisément les expressions de U_c, U_a, N_c et N_a lorsque le rapport des valences est $\frac{1}{2}$, 1 ou 2. Ces formules sont souvent d'une interprétation physique plus difficile que les précédentes, car on arrive à considérer des intervalles inférieurs aux distances moléculaires; ainsi ε tend vers zéro quand la charge croît sans limite. Il paraît en résulter que, *pour de fortes charges*, la presque totalité de la charge doit réellement être accumulée à la surface, conformément à l'opinion commune. Ce n'est du reste que pour les phénomènes de polarisation qu'on est amené à envisager des charges aussi considérables.

Si l'on veut s'occuper des liquides extrêmement pauvres en ions, il faut rechercher vers quelles limites tendent les formules quand C tend vers zéro, la charge restant constante. La valeur de ε finit par être proportionnelle à $\text{Log}\frac{1}{C}$, et croît donc sans limite. Au voisinage de la surface, tant que ρ est un peu grand, sa valeur ne dépend plus de C; à la surface même, ρ_0 vaut $\frac{2\pi m\nu_c}{\text{KRT}}q_0^2$ ou $-\frac{2\pi m\nu_a}{\text{KRT}}q_0^2$, suivant son signe, ce qui donnerait $9{,}4.10^3$ avec les données précédentes et une charge d'une unité.

M. E.-L. **Bouvier** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire sur les *Pénéides et Sténopides* recueillis dans l'Atlantique tropical américain au cours des campagnes du *Blake* en 1877-1878.

M. H. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1910.

RAPPORT.

A l'occasion du *deuxième Congrès international pour la répression des fraudes* qui vient de tenir ses séances à Paris (18 au 23 octobre courant), M. **Armand Gautier** s'exprime ainsi :

L'Académie des Sciences m'ayant fait l'honneur de me déléguer, avec MM. Haller, Müntz, Maquenne et Th. Schlœsing, au IIe Congrès international pour la répression des fraudes en matières alimentaires, droguerie, produits chimiques et eaux minérales, je crois devoir résumer en quelques lignes ce qui a été fait dans ce Congrès au cours de la semaine qui vient de finir.

Ce deuxième Congrès fait suite à celui qui tint ses assises à Genève, l'an dernier, à peu près à la même époque, et qui eut pour objet d'arrêter des définitions des matières alimentaires et des drogues usuelles commercialement pures.

Ces définitions discutées et définitivement votées à Genève en 1908, il restait à demander aux industriels, fabricants, commerçants, d'indiquer les opérations, modifications, additions, etc., qu'ils peuvent juger nécessaires pour conserver aux produits obtenus et mis en vente les qualités qui assurent leur résistance au temps, leur bonne apparence, leur amélioration même, sans nuire à l'hygiène ni tromper le consommateur.

Tel a été le but de ce deuxième Congrès.

Le travail avait été soigneusement préparé d'avance et des rapports avaient été demandés aux principaux fabricants et intéressés.

L'ensemble des questions à examiner était réparti en trois sections :

I. *Technologie alimentaire.*

II. *Matières premières de la droguerie et produits chimiques.*

III. *Questions d'hygiène.*

Les travaux de *technologie alimentaire* (première section) furent eux-mêmes partagés en six sous-sections, et, pour chacune d'elles, le Congrès eut à examiner et discuter successivement tout ce qui se rapporte aux Chapitres suivants :

I. *Vins et autres boissons fermentées; alcools; vinaigres.* — II. *Farine et pain.* — III. *Confiserie; miel; cacao.* — IV. *Matières de l'épicerie proprement dite.* — V. *Lait, beurres et fromages.* — VI. *Huiles et graisses alimentaires. Fruits et légumes secs. Viandes et leurs dérivés.*

La deuxième section, droguerie et produits chimiques, comportait elle-même deux sous-sections :

I. *Matières premières de la droguerie; huiles essentielles et produits chimiques.* — II. *Eaux minérales et glace.*

Pour chacune de ces huit sous-sections les demandes, pratiques et usages des divers industriels, fabricants, commerçants, etc., furent exposés par eux, discutés en séance de sous-section, et finalement classés sous trois rubriques :

a. Opérations régulières (telles que soutirages, filtrages, collages, coupages des vins entre eux, par exemple), opérations qu'on n'est pas tenu de faire connaître au public.

b. Opérations facultatives, opérations licites, mais qui doivent être déclarées à l'acheteur et mentionnées sur l'étiquette.

c. Opérations défendues ou frauduleuses.

Les opérations *régulières* ou *facultatives*, discutées et arrêtées dans chaque section technique à la majorité des voix, furent ensuite passées au crible de l'hygiène. Une série de séances fut consacrée à examiner chacune de ces demandes et opérations, à les approuver, modifier ou rejeter définitivement au nom de considérations de prudence et au point de vue des intérêts de la santé publique.

Sur ce point particulier, je dois faire quelques réserves relatives au mode de discussion et de votation, ce vote étant demandé à l'ensemble des congressistes et non particulièrement aux hygiénistes, spécialistes et médecins, seuls compétents pour juger ces questions d'opportunité ou d'hygiène souvent très délicates, difficiles à exposer, et touchant à des intérêts publics ou privés.

Quoi qu'il en soit, on est ainsi parvenu sans trop de désaccord à relever l'ensemble des opérations *régulières* ou *facultatives* acceptées à la fois par le producteur, l'acheteur, le chimiste et le médecin, opérations paraissant répondre le mieux à cette heure aux besoins de l'industrie et du commerce aussi bien qu'aux exigences de l'hygiène générale.

Si l'on considère la diversité et la complexité des questions ainsi traitées et résolues par un Congrès international comprenant des spécialistes venus de partout, c'est là un heureux et utile résultat qui est certainement appelé, dans tous les pays civilisés, à faciliter les transactions, l'entente et les échanges internationaux.

A ce Congrès ont pris part les délégués des vingt-quatre nations : délégations officielles d'États, de villes, d'associations, de syndicats, d'industries les plus diverses, auxquelles s'étaient adjoints un grand nombre d'administrateurs, médecins, professeurs des Universités et Écoles de Pharmacie, etc. Tous les intérêts et toutes les compétences y étaient largement représentés.

Un troisième Congrès qui suivra celui-ci aura pour objectif de déterminer les meilleures méthodes de contrôle et d'analyse propres à reconnaître la nature et la valeur des produits offerts au public et à empêcher la fraude. Enfin, dans une dernière réunion, et pour conclure, on demandera aux administrateurs et juristes français ou étrangers d'examiner et d'arrêter les formes et les textes qui permettront le mieux de mettre les décisions ainsi votées dans ces trois Congrès successifs en concordance avec les lois de chaque pays, et de les transformer enfin en règlements d'ordre administratif ou en conventions internationales.

On doit être reconnaissant à MM. Bordas et E. Roux, président et vice-président du Comité exécutif de ce deuxième Congrès, d'avoir su préparer et mener à bonne fin, sous les auspices de la *Croix-Blanche de Genève*, une œuvre aussi complexe et aussi difficile.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Untersuchungen über den Hummer*, mit besonderer Berücksichtigung seines Auftretens im den norwegischen Küsten, von Dr A. Appellöf ;

2° *Report on norwegian fishery and marine investigations;* Vol. II, edited by Johan Hjort (publié par le Ministre royal du Commerce, de la Navigation et de l'Industrie) ;

3° *La Géologie générale*, par Stanislas Meunier (2e édition).

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de* 1909. Note de M. **J. Guillaume**.

Il y a eu 63 jours d'observation dans ce trimestre, et les principaux faits qu'on en déduit se résument ainsi :

Taches. — Le nombre de groupes est moindre d'un quart (32 au lieu de 43) et leur surface totale de moitié (2707 millionièmes au lieu de 5177).

Le disque du Soleil a été noté deux fois sans taches (10 avril et 3 juin), et il s'est produit des cas d'intermittences dans la visibilité de quelques groupes. Mais, malgré ces signes de diminution d'activité dans la production de ces phénomènes, la tache principale d'un groupe assez étendu, qui a traversé le méridien central le

mai 13,7 à — 17° de latitude,

a atteint la limite de visibilité à l'œil nu.

La répartition des groupes dans chaque hémisphère est de 21 au lieu de 25 au sud de l'équateur et de 11 au lieu de 18 au nord.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules et leur surface totale sont très peu moindres que précédemment : on a, en effet, 74 groupes au lieu de 79, et 82,0 millièmes au lieu de 87,1.

On a enregistré le même nombre de groupes (48) dans l'hémisphère austral, et cinq en moins (26 au lieu de 31) dans l'autre hémisphère.

Un groupe de facules s'est montré à — 51° de latitude, en mai. Antérieurement, le dernier groupe noté au delà de 40° a été enregistré en juin 1906, à — 42°.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1909. — 0,05.			
29-30	2	2,2	— 7		45
29- 2	3	2,6	—13		17
30- 9	8	3,6	—10		333
29- 9	9	4,0		+10	66
11-17	2	12,1	—10		11
17-22	3	16,4	—16		216
14-24	8	20,1		+ 9	58
17-21	3	22,7		+ 9	17
19-23	4	23,6		+ 9	76
19-29	8	24,5	— 7		184
22-23	2	25,4	—15		6
29- 1	3	26,5	—17		14
24- 3	7	29,9	— 9		15
30- 5	5	30,3		+ 1	25
	21 j.		—11°,6	+ 7°,6	
		Mai. — 0,00.			
29- 7	8	1,8	—13		94
5-15	10	11,0		+ 9	102
7-19	11	13,7	—17		557
		Mai (suite).			
18-21	3	18,2		+12	28
18-28	8	23,8	—17		45
21-22	2	26,4		+ 2	31
27	1	27,1	— 9		8
22- 1	7	28,7	—16		38
	23 j.		—14°,4	+7°,7	
		Juin. — 0,00.			
4- 9	5	4,4	— 3		240
4- 9	3	9,8	—17		19
14	1	10,1	— 7		2
7-15	7	12,0	—19		90
14-19	5	13,9	—11		226
17-21	4	17,0		+ 5	45
15-17	2	17,8	— 7		6
23	1	18,4		+13	12
21-27	3	22,8	—12		65
27	1	25,3		+ 7	16
	19 j.		—10°,9	+ 8°,3	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1909.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Avril	»	»	»	4	5	9	5	5	»	»	»	»	14	1083
Mai	»	»	»	4	1	5	3	2	1	»	»	»	8	903
Juin	»	»	»	4	3	7	3	2	1	»	»	»	10	721
Totaux	»	»	»	12	9	21	11	9	2	»	»	»	32	2707

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1909.	Sud.						Nord.						Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
	90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Somme.	Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.		
Avril	»	»	2	12	6	20	10	7	2	1	»	»	30	34,9
Mai	1	»	»	9	5	15	5	3	2	»	»	»	20	23,6
Juin	»	»	1	8	4	13	11	5	6	»	»	»	24	23,5
Totaux	1	»	3	29	15	48	26	15	10	1	»	»	74	82,0

ASTRONOMIE. — *Sur la température de β Persée.* Note de M. CHARLES NORDMANN.

Dans ma Note à l'Académie du 4 octobre 1909, j'ai indiqué les résultats fournis par l'emploi approprié de mon photomètre stellaire hétérochrome, en ce qui concerne les températures effectives d'un certain nombre d'étoiles. Les données ainsi obtenues pour le Soleil sont, comme je l'ai indiqué, tout à fait du même ordre que celles obtenues par les procédés pyrhéliométriques habituels, ce qui démontre directement la validité de ma méthode pour les étoiles de températures effectives égales ou inférieures à celle du Soleil. Les températures notablement plus élevées que j'ai obtenues pour d'autres étoiles doivent d'ailleurs, pour les raisons que j'ai données, être considérées avec un haut degré de probabilité comme exactes, au moins en ce qui concerne l'ordre de grandeur.

Or je vais montrer que pour l'une de ces étoiles, β Persée (Algol), pour laquelle j'ai trouvé une température effective égale à 23800° absolus, il existe une autre méthode complètement indépendante, et qui permet d'apprécier sa température.

L'étude photométrique et spectroscopique de la variation de cette étoile

à éclipse, jointe aux données relatives à sa parallaxe, ont permis d'établir directement que l'éclat par unité de surface de cette étoile est, à très peu près, 40 fois plus grand que celui du Soleil (voir ANDRÉ, *Astronomie stellaire*, t. II, p. 205).

Il est d'ailleurs démontré, comme on sait, que la variation d'éclat d'un corps incandescent émettant de la lumière blanche est, lorsque sa température change, très sensiblement représentée par la variation de l'intensité de la radiation correspondant au maximum de luminosité du spectre normal ($\lambda = 0^{\mu},54$).

La loi de Planck nous donne alors, x étant la température effective d'Algol, et environ 6000° celle du Soleil,

$$\log \frac{E_{\text{Algol}}}{E_{\text{Soleil}}} = \log 40 = \log\left(e^{\frac{14600}{0,54\times 6000}} - 1\right) - \log\left(e^{\frac{14600}{0,54\times x}} - 1\right),$$

d'où l'on tire sensiblement $x = 22900°$, *c'est-à-dire à très peu près la même température que celle* (23800°) *que j'ai trouvée d'une manière complètement indépendante par ma méthode directe.*

Cette concordance remarquable (qui dépasse même fortuitement ce qu'on était en droit d'espérer, vu l'incertitude existant encore sur la valeur exacte de la parallaxe d'Algol), tend à démontrer, avec un haut degré de probabilité, la validité des données que j'ai obtenues pour les étoiles les plus chaudes de ma liste.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète de Halley.* Note de M. JAVELLE, présentée par M. Bassot.

Les observations qui suivent ont été faites au grand équatorial de $0^{m},76$ d'ouverture de l'Observatoire de Nice.

Observations de la comète.

Dates. 1909.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δ♇.	Nombre de comparaison.	Étoiles.
	h m s	m s	′ ″		
Oct. 12...	14.32. 7	−0.59,81	+0.17,9	20:10	1
18...	14. 7. 2	−1. 3,65	−6.41,3	15:10	2
19...	14. 1.38	−1.57,31	−6.22,6	15:10	3
20...	13.42.15	+2.32,60	+2.25,8	15:10	4
21...	13.37.24	+0.17,93	−4.42,2	18:10	5
22...	13.41.29	+0.29,81	+3. 3,0	16:10	6

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1909,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1	D.M. + 17°, 1205 (1)..	6.14. 5,47	+1,93	73. 0.19,1	+5,2
2	Berlin A 2018........	6. 9.41,60	+2,14	73. 9. 8,9	+5,3
3	Id.	6. 9.41,60	+2,18	73. 9. 8,9	+5,3
4	Berlin A 1941........	6. 4.15,65	+2,21	73. 0.41,4	+5,3
5	Berlin A 1960........	6. 5.30,54	+2,25	73. 8. 3,9	+5,3
6	Berlin A 1941........	6. 4.15,65	+2,28	73. 0.41,4	+5,3

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1909.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Oct. 12..........	6.13. 7,59	$\bar{1},400_n$	73. 0.31,8	$0,631_n$
18..........	6. 8.40,09	$\bar{1},392_n$	73. 2.22,3	$0,630_n$
19..........	6. 7.46,47	$\bar{1},392_n$	73. 2.41,0	$0,630_n$
20..........	6. 6.50,46	$\bar{1},433_n$	73. 3. 1,9	$0,637_n$
21..........	6. 5.50,72	$\bar{1},433_n$	73. 3.16,4	$0,637_n$
22..........	6. 4.47,74	$\bar{1},409_n$	73. 3.39,1	$0,632_n$

Remarques. — Les recherches faites systématiquement avant le 12 octobre ne nous ont donné aucun résultat.

Dans la nuit du 12 octobre, par un temps particulièrement clair, nous avons pu apercevoir la comète, non loin de la position que lui assignait l'éphéméride publiée dans le n° 4330 des *Astronomische Nachrichten*, corrigée par M. A.-C.-D. Crommelin.

Elle se présentait sous la forme d'une petite nébulosité ronde, de 10″ à 15″ au plus de diamètre, d'aspect stellaire, avec un noyau central de grandeur 14 à 15.

Depuis cette date, son éclat a un peu augmenté; lors des dernières observations le noyau était de grandeur 14 environ.

ASTRONOMIE. — *Observations sur la surface de la planète Mars.* Note de M. R. Jarry-Desloges, présentée par M. Bigourdan.

Les apparences linéaires plus ou moins larges que l'on aperçoit sur Mars, et auxquelles on a donné le nom de *canaux*, peuvent se classer en trois groupes :

1° Les larges bandes grisâtres;

(1) Rapportée à Bonn X, 2772.

2° Les apparences linéaires de moyenne largeur, assez sombres et dont les rivages sont bien délimités;

3° Les lignes fines qui, en général, sont à la limite de visibilité.

Au mois de juin et au début de juillet 1909, comme on a pu le constater d'après le planisphère donné page 588 de ce Tome des *Comptes rendus*, on ne voyait pour ainsi dire aucune espèce de canaux. Mais vers la fin de juillet on commence à en distinguer quelques-uns.

Le planisphère ci-dessous (*fig.* 1) montre les détails aperçus du 20 juillet au 13 août. Alors on se trouvait, sur la planète, dans la seconde partie du printemps de l'hémisphère austral.

Les canaux les plus visibles étaient : dans le premier groupe, *Ganges*, large et relativement assez sombre, et *Araxes* qui commence à se voir sous la forme d'une traînée présentant un bord bien délimité. Dans le deuxième groupe, *Coprates, Nilosyrtis;* et dans le troisième, *Orontes, Typhonius*.

Le second planisphère, qui va du 16 août au 23 septembre, montre que les bandes et les lignes de toutes sortes sont devenues plus nombreuses; on en compte plus de 70.

Nous sommes alors à la fin du printemps de l'hémisphère austral de Mars, au début de l'été. Dans le premier groupe, *Ganges* semble présenter des changements rapides dans sa visibilité, il pâlit. *Araxes* est devenu très facilement perceptible, large, assez sombre : mes collaborateurs, MM. G. et V. Fournier, le voient d'abord simple, puis double, enfin triple. Une large bande nouvelle allant des rivages ouest de *Lacus Solis* à la pointe d'*Aonius Sinus* a été vue double aussi, etc.

Pour ma part, je n'ai jamais pu voir un canal sûrement double; si parfois une bande me semblait avoir les bords plus sombres que le reste, j'ai attribué cette impression à un effet de contraste, les régions voisines étant claires.

Dans le deuxième groupe, *Coprates* est devenu notablement plus sombre, tandis que *Nilosyrtis* semble parfois moins facilement visible; par contre, un canal qui paraît du même ordre, et que l'on n'avait pas vu dans le courant d'août, est apparu, prenant naissance sur la partie est de la pointe de *Syrtis Major* (*Nasamon?*). Dans le troisième groupe, le nombre de canaux a augmenté dans des proportions énormes. Je citerai parmi les plus facilement perceptibles : *Cyclops, Orontes, Typhonius, Titan, Lœstrygon*, etc.

On a constaté des changements très notables dans la visibilité des divers canaux : *Nepenthes*, invisible en juillet et au début d'août, se voit très facilement en septembre. Pour *Eumenides, Orcus*, c'est le contraire : on les voit plus difficilement en septembre qu'en juillet. Un fait des plus remarquables est la disparition de la large bande sombre appelée *Achelous*, si visible en 1907 : on ne la retrouve plus en 1909, à la même époque martienne.

En résumé, certaines bandes du premier groupe se voient parfois sûre-

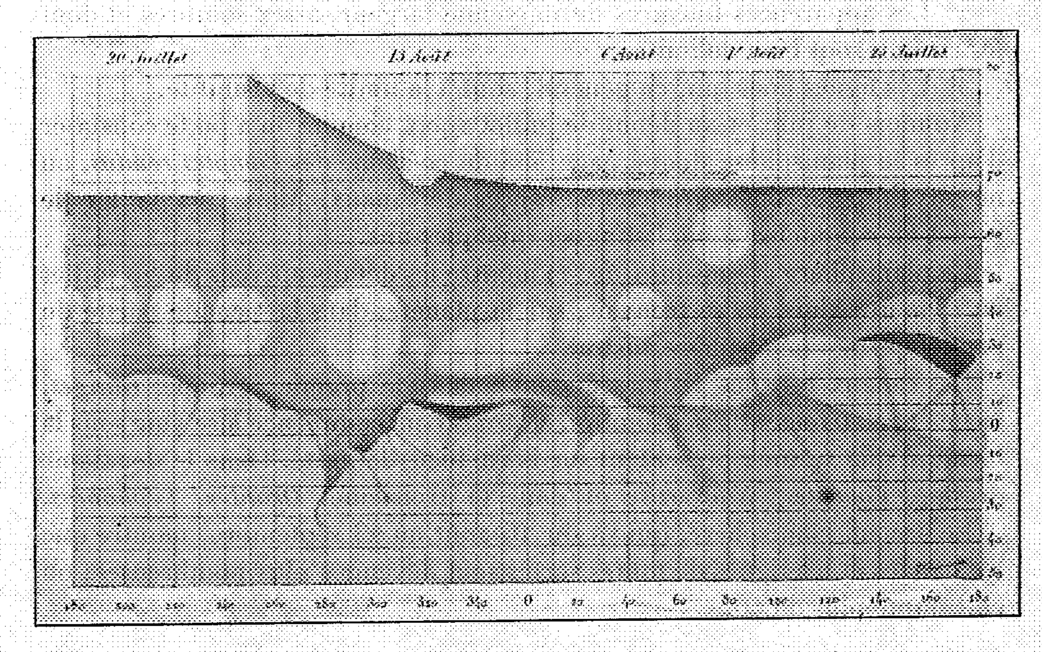


Fig. 1. — Planisphère de Mars, montrant les détails aperçus pendant les mois de juillet et août 1909.

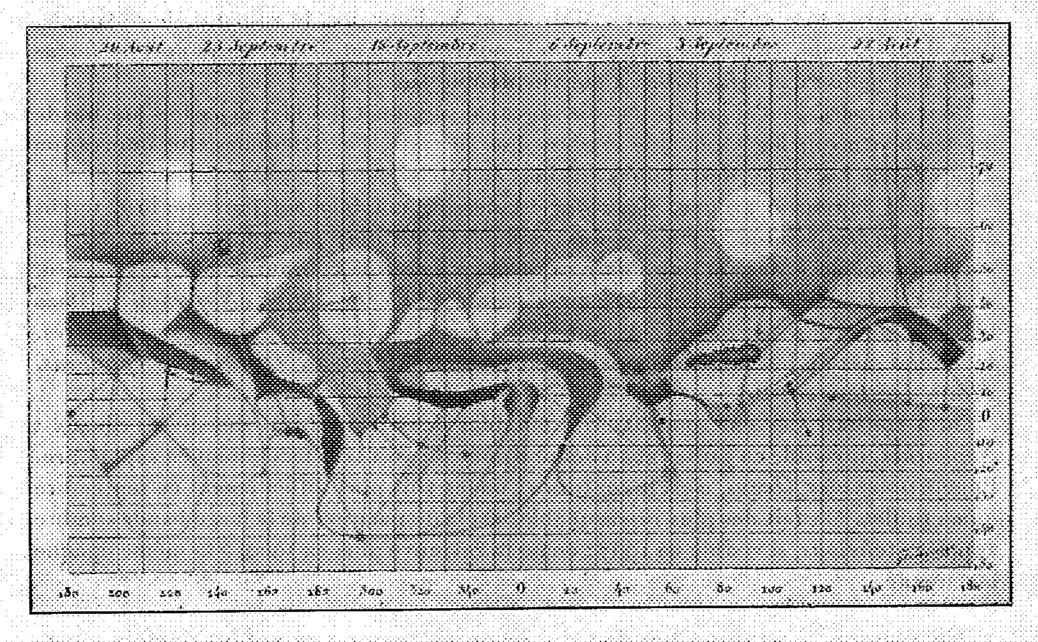


Fig. 2. — Planisphère de Mars montrant les détails aperçus pendant les mois d'août et septembre 1909.

ment; par les meilleures images elles semblent se résoudre en un certain nombre *d'éléments*. Il en est de même de certains canaux du deuxième groupe, en particulier de *Coprates* et *Nilosyrtis*, mais ils n'ont pu être résolus en plus fins détails.

Tous les canaux cités dans cette Note ont été vus au Revard ou au Massegros par trois observateurs.

Quant aux apparences linéaires du troisième groupe, nombre d'entre elles ont été vues simultanément par MM. Fournier et moi au Revard et au Massegros. Il semble donc difficile de douter de leur existence. Bien que n'en apercevant pas autant, à beaucoup près, que mes collaborateurs, j'en ai cependant vu un certain nombre et à diverses reprises, tant en 1909 qu'en 1907, de façon que je crois sûre. Un fait important milite en faveur de l'existence de ces canaux du troisième groupe : beaucoup d'entre eux, mais pas tous, prennent naissance dans de petits golfes des régions sombres qu'on appelle *mers*; or les canaux larges et moyens, d'existence indubitable, aboutissent aussi, le plus souvent, dans des golfes de même apparence, quoique plus vastes.

Reste la question de savoir si ces apparences, une fois reconnues réelles, sont produites par des lignes droites, ondulées, interrompues, ou par toute autre espèce de détails réels. Je crois prématuré d'émettre un avis à ce sujet.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la température sur le phénomène de polarisation dans la soupape électrolytique*. Note de M. G. **Athanasiadis**, présentée par M. Lippmann.

Pour examiner l'influence de la température sur le courant de polarisation dans la soupape électrolytique, possédant une électrode en aluminium, nous avons utilisé parmi les électrolytes ceux pour lesquels le phénomène de polarisation se manifeste le plus clairement et surtout les solutions concentrées de K^3PO^4 ou Na^3PO^4 ou de tartrate double de K et Na, les solutions alcalines de phosphate d'ammonium (¹) et du bichromate de potassium.

La cuve électrolytique était constituée par un vase rempli de liquide et les

(¹) Blondin, *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 2ᵉ série, t. I, 1901, p. 326. — Pollak, Brevet allemand, 31 août 1898.

électrodes étaient constituées par un bâton de charbon ayant un diamètre de 8^{mm} et, d'autre part, d'une lame d'aluminium de 2^{cm} de largeur. La cuve était chauffée convenablement, la température étant réglée par un thermostat. La différence de potentiel aux électrodes était réglée au moyen d'un rhéostat de manière à pouvoir s'élever finalement au voltage de 115 volts, l'aluminium fonctionnant comme anode.

Mode d'observation. — Pour déterminer les changements d'intensité du courant sous différents voltages, nous avons fait usage de la méthode suivante. Nous avons changé périodiquement le sens du courant par un commutateur en rendant ainsi l'aluminium cathode ou anode et en augmentant progressivement la différence de potentiel entre les électrodes.

Au commencement le courant passe de l'aluminium au charbon jusqu'à ce que la polarisation soit complète; après cela, on enlève la polarisation en renversant le sens du courant. On diminue ensuite la résistance du circuit pour augmenter la différence de potentiel entre les électrodes et l'on mesure l'intensité en changeant chaque fois les pôles. La force électromotrice de polarisation augmente d'abord à peu près proportionnellement au temps (¹). Mais le temps nécessaire pour que le courant de polarisation atteigne une valeur fixe dépend de la différence de potentiel entre les électrodes, et il peut ainsi atteindre de 15 à 20 minutes et même plus. Quand, au contraire, l'aluminium devient pôle négatif, le courant prend très vite sa valeur permanente.

Il est difficile de maintenir fixe la température de l'électrolyte pendant la durée de l'expérience, parce qu'elle va en augmentant, surtout pour les intensités élevées du courant. Les températures sont changées de 14° jusqu'à 90° à peu près par 10°. Pour chaque température nous pouvons établir un Tableau des valeurs correspondantes de l'intensité et de la différence de potentiel.

Ainsi, par exemple, nous avons pour la solution de $Na^2NH^4PO^4$ sous la température de 40° C. le Tableau suivant :

$t° = 40°C.$

Al +		Al —	
Ampères.	Volts.	Ampères.	Volts.
0,022	69	0,053	2
0,030	75	0,080	2,1
0,040	80	0,116	2,5
0,044	85	0,150	3
0,050	89	0,200	3,2
0,060	100	0,410	4
0,072	105	0,670	5,5
0,080	108	0,900	6,5
0,090	110	1,280	8

(¹) G. Schulze, *Ann. der Physik*, t. XX, 1907, p. 929.

$t^{\circ} = 40^{\circ}$ C.

Al +		Al —	
Ampères.	Volts.	Ampères.	Volts.
0,091..........	112	1,490..........	9
0,102..........	113	1,850..........	11
0,103..........	115	3,100..........	15
0,101..........	115	4,150..........	19
0,103..........	116	4,370..........	21

Nous avons présenté l'allure du phénomène par quelques courbes rapportées aux températures 14°, 30°, 40°, 60°, 80° et 90°. Elles montrent la variation de l'intensité du courant sous des différences de potentiel atteignant 116 volts, l'aluminium fonctionnant comme anode.

Il résulte de ces courbes que la différence de potentiel nécessaire pour maintenir une intensité donnée du courant diminue à mesure que la température augmente. Le phénomène est attribué en partie à la diminution de la résistance du liquide, comme le démontre l'augmentation de l'intensité du courant, l'aluminium formant cathode, et principalement à la diminution du pouvoir isolateur de la courbe d'oxyde d'aluminium qui provoque la polarisation (¹).

Les mêmes phénomènes se manifestent avec d'autres électrolytes, mais l'intensité du courant de polarisation varie selon la nature de la substance en dissolution.

Nous observons qu'on peut substituer l'électrode de charbon par le Pb, Cu, Fe, etc., mais, dans ce cas, l'oxydation du métal forme des produits secondaires d'électrolyse.

Remarquons en outre que les phénomènes de phosphorescence de l'électrode d'aluminium (²), formant pôle positif, se manifestent mieux par l'augmentation de la température de l'électrolyte.

De plus, à partir de la température de 50° il se forme des étincelles entre le liquide et l'aluminium sur la ligne de contact de la surface du liquide et de l'aluminium. En augmentant la température, ces étincelles deviennent plus nombreuses et forment enfin une ligne lumineuse.

Selon M. Berti (³), les étincelles apparaissent quand la différence de

(¹) Beetz, *Wied. Ann.*, 2ᵉ série, 1877, p. 94, et Streintz, *Wied. Ann.*, t. XXXII, 1887, p. 106.

(²) Braum, *Wied. Ann.*, t. LXV, 4ᵉ série, 1898, p. 361-364.

(³) Berti, *L'Elettricista*, t. XII, 1902, p. 1.



potentiel dépasse 150 volts, mais nous avons observé l'apparition des étincelles sous la tension de 90 volts à la température de 50°.

Nous concluons de ces expériences que :

1° En augmentant la différence de potentiel des électrodes, l'intensité du courant de polarisation tend vers une valeur limite, qui dépend en outre de la température de l'électrolyte.

2° Cette intensité, limite du courant, n'est pas la même pour les divers électrolytes.

3° En général, la différence de potentiel, produisant un courant d'une intensité définie dans la soupape électrolytique, diminue quand la température d'électrolyte va en augmentant.

PHYSIQUE. — *Tensions de vapeurs des mélanges liquides. Démonstration nouvelle et généralisation de la formule de Duhem-Margules.* Note de M. L. GAY, présentée par M. A. Haller.

MM. Duhem et Margules ont déduit de considérations thermodynamiques la formule suivante entre les variations des tensions de vapeurs partielles et la composition de la phase liquide dans les mélanges binaires :

$$\frac{d \log p_0}{d \log x_0} = \frac{d \log p_1}{d \log x_1},$$

p_0, p_1 tensions de vapeurs partielles ;
x_0, x_1 composition moléculaire de la phase liquide rapportée à 100^{mol} totales.

A l'aide de considérations d'équilibre chimique on peut non seulement retrouver cette formule, mais encore en établir une très générale s'appliquant à un nombre quelconque de liquides mélangés.

1° Par l'artifice de deux mélanges fluides (gazeux ou liquides) séparés par une cloison perméable à un composé défini seulement, on peut montrer qu'à *pression constante* la tension (gazeuse ou osmotique) due à ce composé est maximum quand le fluide et le corps considéré ont même composition.

M. Baud et moi avons précédemment établi cette proposition, mais seulement pour les mélanges binaires (¹).

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, n° 20, 17 mai 1909, p. 1327. — *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XVII, juillet 1909, p. 398.

2° Par un même artifice on montre que si, à l'aide d'un gaz auxiliaire théorique, chimiquement inactif et insoluble dans la phase liquide, on maintient la *pression totale constante*, la *tension de vapeur partielle* due à un composé défini est maximum quand *le liquide* et le corps considéré ont même composition.

Soient α, β, γ, ... les concentrations moléculaires des constituants A, B, C, ...; λ la concentration du composé $A_a B_b C_c$... dans la phase gazeuse.

La formule de la réaction

$$aA + bB + cC + \ldots \rightleftharpoons A_a B_b C_c \ldots,$$

donne, si la loi de Guldberg et Waage s'applique à la phase gazeuse,

$$a\frac{d\alpha}{\alpha} + b\frac{d\beta}{\beta} + c\frac{d\gamma}{\gamma} + \ldots = k\frac{d\lambda}{\lambda}.$$

Si le mélange liquide a même composition que le composé considéré, on a

$$\text{(I)} \qquad a\frac{d\alpha}{\alpha} + b\frac{d\beta}{\beta} + c\frac{d\gamma}{\gamma} + \ldots = 0.$$

Posons

$$S_1 = \frac{\text{poids du corps B}}{\text{poids du corps A}} = \frac{b \times P_{M(B)}}{a \times P_{M(A)}}$$

dans la phase liquide;

$$s_1 = \frac{\beta \times P_{M(B)}}{\alpha \times P_{M(A)}}$$

dans la phase gazeuse.

On a,

$$\frac{S_1}{s_1} = \frac{b \times \alpha}{a \times \beta}.$$

Donc (I) peut s'écrire, en remarquant qu'à un coefficient constant près $p_0 = \alpha$,

$$\text{(II)} \qquad dp_0 + \frac{S_1}{s_1}dp_1 + \frac{S_2}{s_2}dp_2 + \ldots = 0.$$

On peut encore démontrer que (II) est vérifié quand certains constituants sont partiellement polymérisés dans la phase gazeuse.

S est indépendant de l'état des constituants dans la phase liquide.

s est le rapport des poids des constituants *non entrés en combinaison* dans la phase gazeuse.

Or dans la grande généralité des cas il semble que les constituants ne réagissent *pratiquement* pas dans la phase gazeuse. M. Brinner en particulier a montré qu'il en est ainsi pour les mélanges gazeux de PH^3 et HCl, CO^2 et NH^3 (*Journal de Chimie physique*, t. IV, 1906, p. 476).

Nous pouvons donc donner à s, dans la grande généralité des cas, la valeur déterminée par la composition brute de la phase gazeuse.

La formule (II) n'est exacte qu'à *pression totale constante*, mais loin du point cri-

tique l'existence d'une atmosphère gazeuse étrangère au-dessus d'un liquide a fort peu d'action sur ses tensions de vapeurs.

On peut donc négliger la restriction de la constance de la pression totale.

Si maintenant nous admettons avec M. Ostwald que *toute réaction se fait et donne lieu à un équilibre chimique*, nous pourrons toujours supposer que dans un mélange liquide existe (peut-être, il est vrai, en quantité infime) un composé défini de même composition.

Alors la formule (II) *s'applique à tout mélange de liquides quelle qu'en soit la composition.*

Dans le cas d'un mélange binaire la formule (II) devient

$$dp_0 + \frac{S_1}{s_1} dp_1 = 0. \qquad \text{(II')}$$

Dans le cas où les constituants ne sont pas polymérisés dans la phase gazeuse, on peut montrer que cette formule est *identique* à la formule de Duhem-Margules.

Cette dernière est donc un cas particulier de la formule (II).

Si la tension totale de vapeurs passe par un maximum ou un minimum, on doit avoir *identiquement*

$$dp_0 + dp_1 + dp_2 + \ldots = 0.$$

La formule (II) permet de démontrer que cela n'aura lieu que pour

$$s_1 = S_1, \qquad s_2 = S_2, \qquad s_3 = S_3, \qquad \ldots,$$

c'est-à-dire pour les deux phases de compositions identiques.

C'est le théorème de Gibbs et Konovalow généralisé.

Je me propose de vérifier expérimentalement la formule (II) dans le cas des mélanges ternaires ainsi que d'un mélange binaire dont un constituant est partiellement polymérisé dans la phase gazeuse.

PHYSIQUE. — *Émission de gaz par les métaux chauffés*. Note de M. G. **Belloc**, présentée par M. Bouty.

Lorsqu'on chauffe de l'acier sous le vide d'une trompe à mercure et que l'on fait varier la température par échelons successifs d'une centaine de degrés environ, voici ce que l'on constate : l'émission des gaz se manifeste entre 150° et 200°, mais le dégagement n'est notable que vers 400°; la tem-

pérature étant maintenue constante, on voit d'abord les gaz se dégager en abondance, puis l'émission se ralentit et, au bout d'un certain nombre d'heures, variable avec l'échantillon et la température, la tension se fixe à quelque fraction de millimètre, pourvu que la trompe fonctionne normalement; le dégagement est alors pratiquement nul et l'on passe à l'échelon suivant. Une expérience ainsi menée dure 15 à 18 jours consécutifs.

En opérant ainsi jusqu'à 1000°, il semble qu'on a épuisé tous les gaz qui peuvent se dégager à cette température. Il n'en est rien et, en conduisant l'extraction d'une manière différente, on peut recueillir un plus grand volume gazeux.

Prenons par exemple un faisceau de 50^{g} de fils d'acier doux et notons ce qui se passe à la température de 780°; après avoir extrait $3^{cm^3},30$, la tension devient insignifiante; au lieu de passer à la température suivante, cessons de chauffer et laissons au repos, sous le vide, pendant 3 jours; puis reprenons la température de 780°; il nous sera possible d'extraire encore $3^{cm^3},25$. Une troisième chauffe, précédée d'un repos de 3 jours, nous donnera encore $1^{cm^3},15$, et ainsi de suite. En résumé nous pouvons extraire à 780°, par intervalles successifs de 3 jours :

	cm³
Première chauffe	3,30
Deuxième chauffe	3,25
Troisième chauffe	1,15
Quatrième chauffe	0,75
Cinquième chauffe	0,55
Sixième chauffe	0,35
Septième chauffe	0,20
Total	9,55

Ainsi donc, suivant le temps que nous consacrerons, nous pourrons extraire $3^{cm^3},30$ ou $9^{cm^3},55$, soit environ le triple. Aux températures de 880° et 980° on retrouve les mêmes faits, à la condition de prendre des intervalles de 4 à 5 jours. Mais ce n'est pas tout : une fois que cette extraction méthodique a été menée jusqu'à 980°, laissons le métal se reposer, sous le vide, pendant 80 jours et recommençons à chauffer à partir de 680°; on constate une nouvelle émission et une première extraction a donné $1^{cm^3},5$; malheureusement un accident arrivé à la trompe a obligé d'interrompre l'expérience qui durait depuis 6 mois. On pourrait objecter que ces phénomènes sont dus à une lente rentrée d'air par une fissure; il n'en est rien, la tension n'a pas varié pendant les repos et chaque extraction a été suivie d'une analyse, qui a toujours donné de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone.

De ces faits, il résulte que les métaux peuvent être regardés comme des réservoirs gazeux pratiquement inépuisables et qu'il n'est guère possible de faire des expériences avec eux, en l'absence des gaz occlus; le rôle de ces gaz devient ainsi intéressant à étudier.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les transformations du sélénium.* Note de M. **Maurice Coste**, présentée par M. H. Le Chatelier.

A la température ordinaire le sélénium peut exister sous trois états :

1° Le sélénium précipité ou vitreux rouge sous faible épaisseur;
2° Le sélénium cristallisé rouge;
3° Le sélénium métallique noir sous faible épaisseur.

Ces trois états sont caractérisés par des densités différentes. D'après mes mesures, le sélénium métallique réduit en poudre a comme densité 4,80 à 17°.

Neumann avait obtenu comme densité 4,4; Rammelsberg 4,5; Petersen 4,63; Mitscherlich 4,76; Hittorf 4,80; Saunders 4,8. J'ai employé la méthode du flacon en prenant comme liquide le toluène pur. En me servant de flacons différents, les nombres trouvés pour la densité du toluène ont été 0,86763 et 0,86756.

Du sélénium vitreux pur, refroidi brusquement dans le vide en baguettes, a comme densité 4,302. Après sa transformation en silicium métallique, la densité apparente est 4,356; maintenant le vide pendant 2 heures au-dessus du flacon, la densité observée devient 4,583. Concassant les baguettes en fragments, la densité devient 4,708. Après ébullition dans le toluène et refroidissement, la densité devient 4,743. Réduite en poudre et après ébullition, 4,80. C'est le nombre exact. La présence de cavités intérieures explique la divergence des résultats des premiers observateurs.

Par action de la potasse en dissolution concentrée sur le sélénium à 230° et refroidissement lent, j'ai obtenu le sélénium métallique cristallisé en longues aiguilles. La densité est 4,82.

Le point de fusion obtenu en me servant du bloc Maquenne est 219°.

Le sélénium métallique est légèrement soluble dans un certain nombre de liquides, en particulier le sulfure de carbone, le toluène, le nitrobenzène, la quinoléine, l'aniline. Quand on refroidit rapidement l'une quelconque de ces solutions, on obtient du sélénium rouge. Nous avons effectué la dissolution avec le sulfure de carbone à 160° et à 180°; à 182° avec l'aniline, à 205° avec le nitrobenzène.

Saunders indique que le sélénium rouge se transforme à la température

ordinaire en sélénium métallique en présence de la quinoléine, de l'aniline.

J'ai obtenu des résultats différents : le sélénium vitreux donne au contact de ces deux liquides du sélénium rouge cristallisé. Si avec le sélénium précipité par le gaz sulfureux on obtient souvent un noircissement rapide de la matière, cela tient à ce que le liquide dans lequel on a effectué la précipitation n'est pas éliminé d'une façon complète. La matière noire ainsi obtenue ne fond pas même à 250°. Chauffée dans le vide à 600°, elle laisse un résidu noir.

La densité du sélénium rouge, cristallisé par contact avec le sulfure de carbone à une température moyenne de 20°, est 4,455.

Ce sélénium est peu stable, sa coloration se fonce à mesure que la température s'élève, les cristaux ne reprennent pas leur couleur par refroidissement. Maintenus durant 5 heures entre 105° et 107°,5, les cristaux deviennent opaques, la poussière est noire. La densité est devenue 4,76.

Nous pouvons donc considérer la transformation comme pouvant s'effectuer d'une façon complète entre ces limites de température.

La température de fusion de la variété cristallisée rouge ne pourra être obtenue qu'en projetant quelques cristaux sur une surface préalablement chauffée. Au moyen du bloc Maquenne porté à 144°, on observe la fusion des cristaux, puis la transformation en sélénium métallique s'effectuant rapidement, le sélénium se solidifie à nouveau.

En me servant d'un dilatomètre, j'ai étudié la transformation à chaud du sélénium vitreux en sélénium métallique. Comme liquide, j'ai employé le toluène pur. La transformation du sélénium pur s'est produite à partir de 98°. En maintenant à 100° le dilatomètre, j'ai pu suivre la transformation; elle était complète au bout d'une heure. Jaugeant au mercure le tube capillaire et effectuant les calculs nécessaires, la densité initiale du sélénium étant 4,30, j'ai pu déduire que la densité apparente après transformation est devenue 4,62.

Avec des traces de séléniure d'argent, il y a abaissement de 10° pour la transformation. A 100°, la transformation complète s'effectue en 30 minutes. Effectuant les mêmes calculs que précédemment, la densité après transformation est devenue 4,81. Avec le sélénium pur, les baguettes présentaient de nombreuses cavités; avec le sélénium contenant des traces d'argent, il n'y en avait pas.

J'ai pu constater que la présence d'arsenic retardait la transformation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude cryoscopique de la neutralisation de quelques acides*. Note de M. **E. Cornec**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Je me suis proposé de suivre la variation de l'abaissement du point de congélation au cours de la neutralisation d'un acide par une base, dans le but d'obtenir quelques indications sur le nombre des fonctions acides.

Les deux liqueurs réagissantes étaient au même titre moléculaire; mélangées en proportions variables, elles constituaient les diverses solutions soumises aux mesures. Le titre était choisi de telle sorte qu'il n'y eût jamais, au cours de la neutralisation et après refroidissement, dépôt de sel, mais formation de glace.

La représentation graphique la plus commode consiste à porter les abaissements en ordonnées, et en abscisse, le rapport de l'un des composants à la somme des deux, rapport qui est à la fois celui des volumes et celui du nombre des molécules.

Tout changement dans la nature des corps dissous doit se traduire par un changement plus ou moins brusque dans la direction de la courbe.

Si, par exemple, à de l'HCl de titre $0^m,5$, nous ajoutons progressivement NaOH de même titre, l'abaissement, d'abord égal à $1^\circ,885$, décroît progressivement jusqu'à $0^\circ,890$, valeur qu'il prend pour volumes égaux de soude et d'acide. Si l'on continue à ajouter de la soude, l'abaissement augmente jusqu'à la soude : $1^\circ,705$.

Le graphique, formé de deux branches presque rectilignes, indique donc l'existence, en solution, de NaCl. Les solutions intermédiaires se comportent comme des mélanges, soit d'acide et de NaCl, soit de NaCl et de soude.

L'acide *sulfurique* et la potasse se comportent exactement de même : le minimum a lieu pour 2 de base et 1 d'acide; il met en évidence SO^4Na^2; quant à SO^4NaH, il ne se trouve pas accusé et se comporte, en solution, comme un mélange.

Pour l'acide *arsénique*, nous rencontrons un minimum très net correspondant à AsO^4Na^3. La partie de la courbe comprise entre AsO^4H^3 et AsO^4Na^3 présente deux brisures qui accusent l'individualité en solution des composés AsO^4H^2Na et AsO^4HNa^2.

J'ai de même étudié trois acides organiques respectivement mono, bi et tribasiques, les acides *acétique, oxalique* et *citrique*. Si l'aspect des courbes se trouve modifié en raison de la faible dissociation de ces acides, les conclusions sont les mêmes que pour les trois acides minéraux précédents. Nous observons toujours un minimum d'abaissement très net correspondant au sel *neutre*. La position du minimum, différente suivant la basicité de l'acide, met cette basicité en évidence. Les sels acides sont indiqués par des brisures assez faibles.

Nous avons enfin cru intéressant d'examiner les acides phosphoriques PO^4H^3,

phosphoreux PO^3H^3 et hypophosphoreux PO^2H^3, tous ces acides possédant trois atomes d'hydrogène dans leur molécule.

L'acide *phosphorique* a montré une analogie étroite avec l'acide arsénique : il s'est conduit comme un acide tribasique.

L'acide *phosphoreux* a présenté, comme l'acide sulfurique et l'acide oxalique, un minimum pour 2NaOH et 1 d'acide; il s'est montré bibasique, les solutions plus riches en soude se comportant comme des mélanges de PO^3HNa et NaOH.

L'acide *hypophosphoreux* s'est comporté comme monobasique.

Ces résultats de la cryoscopie sont ici en complet accord avec l'étude des sels à l'état solide. On sait qu'il a toujours été impossible de préparer à l'état solide un phosphite en Na^3. De même, on ne connaît qu'un hypophosphite de Na, qui seul nous a été accusé par la cryocospie.

Cette méthode apparaît donc, dans tous les cas précédents, comme indiquant la dernière acidité.

Nous avons également suivi la neutralisation des acides précédents par l'*ammoniaque*. L'allure des courbes s'est trouvée nécessairement beaucoup modifiée par la faible dissociation de l'ammoniaque qui entraîne de faibles abaissements. Les conclusions sont cependant les mêmes, sauf pour l'acide *phosphorique* et l'acide *arsénique :* le minimum ne se produit plus pour les sels neutres, mais pour $PO^4H(NH^4)^2$ et $AsO^4H(NH^4)^2$. On conçoit, en effet, que ces corps fonctionnant comme acides très faibles, les sels qu'ils forment avec l'ammoniaque, base faible, soient presque totalement hydrolysés, et qu'ainsi leur individualité disparaisse, alors que les sels relatifs à NaOH, base plus forte, subsistent encore.

Des études conduites comme celle que nous venons d'exposer ont été effectuées en utilisant, non plus l'abaissement cryoscopique, mais la conductibilité comme indicateur (1).

Les résultats sont souvent différents.

Ainsi, pour l'acide phosphorique, la courbe représentant la variation de conductibilité au cours de la neutralisation présente un minimum au point correspondant à PO^4Na^2H, un changement de direction pour PO^4NaH^2, puis elle remonte sans accuser le composé en Na^3.

L'acide phosphoreux donne les mêmes apparences et ne se sépare pas de l'acide phosphorique, contrairement à ce qui se passe dans l'étude cryoscopique (2).

---

(1) D. BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 851. — MIOLATI et MASCETI, *Gazz. ch. ital.*, t. XXXI, 1901, p. 93. — A. THIEL et H. RŒMER, *Zeit. für phys. Chem.*, t. LXIII, 1908, p. 711.

(2) MIOLATI et MASCETI, *loc. cit.*

La différence entre les deux phénomènes ne provient pas de la différence de concentration des solutions étudiées ; elle est plus profonde.

L'abaissement du point de congélation est dû aux ions et aux molécules qui agissent de la même manière. De sorte que les courbes construites comme il a été dit représentent la variation de la somme *ions + molécules* au cours de la neutralisation.

La courbe de la conductibilité ne nous paraît pas susceptible d'une interprétation aussi simple. Si la conductibilité est due aux ions, il ne s'ensuit pas, en effet, que la courbe représente la variation du nombre des ions ; la conductibilité n'est proportionnelle à ce nombre que pour des ions de même nature ; or, il existe et il se forme au cours de la neutralisation des ions de mobilités très différentes et, par suite, agissant inégalement sur la conductibilité.

Quand les indications des deux méthodes, cryoscopie et conductibilité, ne sont pas identiques, les expériences précédentes montrent que c'est l'étude cryoscopique qui fournit les résultats s'accordant le mieux avec les recherches purement chimiques.

Nous nous proposons de l'étendre à des acides dont la constitution et la basicité sont encore douteuses.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les points de transformation des alliages cuivre-aluminium (étude de la variation de la résistance électrique avec la température).* Note de M. **Maurice Barrée**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les recherches de Campbell, de P. Breuil, de L. Guillet et de Carpenter et Edwards ont montré que les alliages Cu-Al dont la teneur en Al est comprise entre 8 et 16 pour 100 sont susceptibles de prendre la trempe (1). L'étude des courbes de refroidissement, l'examen micrographique, des essais mécaniques faits sur ces alliages ont permis de reconnaître l'existence de points de transformation, mais on n'est pas d'accord sur la position de ces points.

D'après M. L. Guillet (1905), les bronzes d'aluminium à 8-15, 5 pour 100 Al présentent deux points de transformation : l'un, très accentué, vers 500° ;

(1) On trouvera un excellent résumé critique de la question dans la *Revue de Métallurgie* de juillet 1908, p. 413 et suiv. (L. Guillet, *Recherches récentes sur les alliages* Cu-Al).

l'autre, peu net ordinairement, vers 750°. De plus, les points de transformation au refroidissement sont, en général, plus élevés qu'à l'échauffement. Enfin, les chauffages successifs n'ont pas d'influence sensible sur la position de ces points.

MM. Carpenter et Edwards (1907) ont confirmé l'existence de ces transformations, mais les températures qu'ils indiquent diffèrent notablement des précédentes, surtout pour le deuxième point. De plus, ils ont trouvé que les points de transformation au refroidissement sont plus bas qu'à l'échauffement. Ils signalent en outre, pour les alliages 9,6-12 pour 100 Al, un changement thermique entre 300° et 400° sans aucune modification structurale.

J'ai essayé de préciser ces résultats en étudiant la variation, avec la température, de la résistance électrique des alliages Cu-Al à 8-15 pour 100. M. H. Le Chatelier (vers 1900) a déjà étudié par cette méthode un bronze d'aluminium à 10 pour 100 jusqu'à 1000°; il a signalé une modification vers 500°.

Dans mes expériences, j'ai utilisé des barreaux carrés de 11^{cm} de longueur et de 15^{mm} de côté. La dureté et la fragilité des alliages dont la teneur en Al dépasse 10 pour 100, imposaient une forme massive aux éprouvettes. En outre, on peut espérer ainsi rendre négligeable l'influence des altérations superficielles possibles; d'ailleurs, pour plus de sécurité à ce point de vue, mes expériences ont été faites dans le vide.

Les échantillons étudiés ont été préparés avec des alliages que M. L. Guillet a très obligeamment mis à ma disposition. Je suis parti de deux éprouvettes prismatiques, brutes de coulée, de 23^{cm} de long et de 26^{mm} de côté, dont la teneur moyenne en Al était environ de 9 pour 100 pour l'une et de 12 pour 100 pour l'autre. Elles fournirent chacune deux barreaux, taillés bout à bout à la fraiseuse (ils sont désignés ainsi : 9_1, 9_2, 12_1, 12_2). Les mesures de résistance m'indiquèrent que ces alliages n'étaient pas homogènes, ce qui confirma l'analyse chimique.

Comme il s'agissait de faire des mesures de résistance en valeur relative, j'ai utilisé la méthode employée par M. Boudouard (¹) dans ses recherches sur les transformations allotropiques des aciers. Le barreau étant parcouru par un courant d'intensité I, on mesure à l'aide d'un galvanomètre, fonctionnant comme voltmètre, la différence de potentiel entre deux points de ce barreau. Le rapport $\frac{D}{I}$, de la déviation du galvanomètre à l'intensité, est proportionnel à la résistance entre ces deux points. Cette méthode, simple en principe, se complique du fait de la production de forces électromotrices de contact du même ordre de grandeur que la différence de potentiel à mesurer; ces forces électromotrices sont dues à l'inégale répartition de la température dans le barreau et à la non-homogénéité de l'alliage. Il est possible d'en tenir compte.

(¹) O. Boudouard, *Journal of the Iron and Steel Institute*, mai 1903.

Les barreaux ont été chauffés à l'aide d'un four Heræus à résistance, monté de telle sorte que la température soit sensiblement uniforme dans tout l'espace occupé par l'alliage. Un couple Le Chatelier Pt-platine rhodié à 10 pour 100 m'a servi pour déterminer les températures.

Le Tableau suivant indique la composition des échantillons étudiés et les points singuliers que présentent mes courbes de résistance. En général, ces points ont été accusés aussi par la variation des forces électromotrices de contact.

Éléments dosés.	Barreau 9_1.			Barreau 9_2.			Barreau 12_1.			Barreau 12_2.		
	1re moitié.	2e moitié.	Moyenne.	1re moitié.	2e moitié.	Moyenne.	1re moitié.	2e moitié.	Moyenne.	1re moitié.	2e moitié.	Moyenne.
Cu.....	89,48	89,68	89,58	89,68	89,58	89,63	87,64	86,80	87,22	86,56	85,08	85,82
Al.....	8,7	8,7	8,7	9	9,5	9,25	10,5	11,8	11,15	12,2	13,7	12,95
Fe.....	0,83	0,47	0,65	0,25	0,25	0,25	1,35	0,94	1,15	0,81	0,65	0,73
	99,01	98,85		98,95	99,33		99,50	99,54		99,57	99,43	

Non dosés : Si (surtout dans 9_1 et 9_2), traces de Pb, As, Sb.

	Échauff.	Refroid.	Échauff.	Refroid.	Échauff.	Refroid.	Échauff.	Refroid.
Points de transformation.....	200°	Exp. non faite	vers 200	vers 200	310	235	vers 160	vers 160
	480°	480	625	555	610	550	590	545
	720-730	720-730	vers 820	vers 820	»	»	800	760

Le deuxième point de transformation (vers 500°) est très accentué, sauf pour 9_2; le troisième (vers 750°) est le moins net.

On voit que ces alliages renferment des quantités assez notables d'éléments étrangers, notamment de fer, dont l'influence n'est sans doute pas négligeable.

Mes expériences conduisent aux conclusions suivantes :

1° Les températures de transformation observées (vers 500° et vers 750°) par l'étude de la variation de la résistance électrique avec la température sont assez voisines des températures indiquées par M. L. Guillet.

Toutes mes courbes présentent en outre, vers 200°, un point singulier qui n'a pas encore été signalé. Les autres méthodes d'étude des alliages (micrographie, essais mécaniques, mesure des dilatations) permettraient peut-être de savoir s'il s'agit d'un point de transformation.

2° Les variations sont parfaitement réversibles, sauf au voisinage des points de transformation. Sur trois barreaux (9_2, 12_1, 12_2) j'ai observé, pour ces points, des retards très nets. Dans tous les cas, la température de transformation au refroidissement était inférieure à celle de l'échauffement.

3° Les chauffages successifs n'ont pas d'influence sensible sur les points de transformation ; mais, ordinairement, les courbes deviennent plus nettes

quand le nombre des chauffages augmente, vraisemblablement parce que les alliages deviennent plus homogènes.

4°. Enfin, j'ai constaté la grande importance que peuvent prendre les phénomènes de liquation, même dans les lingots de petite dimension ; les barreaux 9_1 et 9_2, en particulier, bien que taillés dans la même éprouvette, ont fourni des courbes d'allure différente. C'est un fait qu'il convient de ne pas perdre de vue dans l'étude des propriétés des alliages et dans la pratique des essais, et dont on ne s'est peut-être pas toujours assez préoccupé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hexahydrophénylacétylène et l'acide hexahydrophénylpropiolique*. Note de MM. **Georges Darzens** et **Rost**, présentée par M. A. Haller.

L'un de nous a publié une nouvelle méthode de synthèse des cétones qui permet de préparer avec facilité l'hexahydroacétophénone

$$\begin{array}{c} CH^2 \quad CH^2 \\ CH^2\langle\quad\rangle CH - CO - CH^3. \\ CH^2 \quad CH^2 \end{array}$$

La présente Note a pour but de compléter l'étude de cette précieuse matière première et d'en dériver quelques corps nouveaux de la série hexahydroaromatique.

Lorsqu'on traite l'hexahydroacétophénone par le pentachlorure de phosphore, on observe tout d'abord la substitution régulière de O par Cl^2 ; mais le dérivé chloré $C^6H^{11} - CCl^2 - CH^3$ ainsi formé n'est pas stable ; il perd de suite une molécule d'acide chlorhydrique pour donner l'hexahydrochlorostyrol $C^6H^{12} - CCl = CH^2$. Le peu de stabilité du dichlorure de cette cétone la différencie de l'acétophénone dont le dichlorure, préparé par Friedel, ne perd HCl que sous l'action de la potasse alcoolique.

Dans un ballon contenant 210^g de $PhCl^5$ on verse lentement 126^g d'hexahydroacétophénone ; le pentachlorure ne tarde pas à se liquéfier en même temps qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique. On termine la réaction en chauffant au bain-marie pendant 1 heure.

On chasse l'oxychlorure formé sous un vide partiel et l'on fractionne de suite le produit sous une pression de 24^{mm}. L'hexahydrochlorostyrol distille à 70°-74° et se présente sous l'aspect d'un liquide incolore.

Lorsqu'on traite l'hexahydrochlorostyrol par la potasse, il perd encore les éléments de l'acide chlorhydrique pour donner l'hexahydrophénylacétylène, carbure qui n'avait

pas encore été préparé. Pour réussir cette préparation il convient d'opérer comme il suit :

On place dans un bain d'huile une bouteille en fer contenant 300^g de potasse pure, fraîchement fondue et en poudre fine, puis on y verse lentement 110^g d'hexahydrochlorostyrol; l'appareil étant surmonté d'une colonne Vigreux en relation avec un réfrigérant ascendant, le carbure ne tarde pas à distiller sous l'influence d'une élévation progressive de température.

Une deuxième rectification permet d'avoir de suite le carbure dans un grand état de pureté. L'hexahydrophénylacétylène est un liquide mobile bouillant à 130°-132° sous la pression atmosphérique et ayant une odeur caractéristique semblable à celle des carbures acétyléniques de la série grasse. Le rendement est de 45 pour 100 environ.

L'hexahydrophénylacétylène est un carbure acétylénique vrai qui donne avec facilité des dérivés métalliques. Son dérivé sodé fixe, conformément à la réaction de Nef, l'acide carbonique pour donner l'acide hexahydrophénylpropiolique.

Dans un ballon contenant 10^g de sodium en poudre et 100^g d'éther sec, on verse lentement 43^g de carbure acétylénique; il ne tarde pas à se déclarer une réaction assez vive avec dégagement d'hydrogène et formation d'un dérivé sodé qui a l'aspect d'une poudre blanche. Lorsque cette réaction est terminée, on dirige dans le liquide un courant d'acide carbonique sec qui s'absorbe et transforme le dérivé sodé en sel sodique de l'acide hexahydrophénylpropiolique.

On reprend le produit de la réaction par l'eau qui dissout le sel, tandis que les impuretés restent dans l'éther. L'acide mis en liberté par HCl dilué se présente sous l'aspect d'un liquide huileux ayant une faible odeur grasse et bouillant à 138°-140° sous 6^{mm}.

Son éther méthylique bout à 96° sous 5^{mm}.

Son éther éthylique bout à 105° sous 5^{mm}.

Ces éthers ont une odeur voisine des éthers correspondants de l'acide amylpropiolique préparé par MM. Moureu et Delange.

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude des latérites.* Note de M. H. **Arsandaux**, présentée par M. A. Lacroix.

M. Max Bauer et quelques autres auteurs, à sa suite, ont montré que l'altération des roches silicatées alumineuses, dans les pays chauds et humides, est caractérisée par l'individualisation d'alumine hydratée que, dans certains cas, on a pu identifier à de l'*hydrargillite*, $Al(OH)^3$.

Toutefois, l'alumine hydratée, dans bien des cas, est loin de constituer la totalité des composés alumineux renfermés dans ces produits d'altération,

les *latérites;* j'ai constaté, en effet, que celles-ci renferment aussi des silicates alumineux hydratés [1], le plus souvent alcalins. La détermination de la nature de ces silicates fait l'objet de cette Note.

Les échantillons ayant servi de base à ce travail ont été recueillis en majorité par moi-même, soit au Congo, soit au Soudan; les autres font partie des collections du Muséum d'Histoire naturelle et proviennent pour la plupart du Soudan. Ce sont, soit des latérites en place ayant conservé les caractères structurels de la roche dont elles dérivent respectivement, soit des latérites remaniées, alluviales.

Tous ces échantillons ont été soumis à un débourbage suivi d'une lévigation soigneusement conduite, afin d'en séparer les matériaux détritiques grossiers, sans intérêt (quartz principalement), des parties limoneuses. Ces dernières, séchées à l'air libre, ont fourni les produits que j'étudie plus bas, sous forme de poudres impalpables, à toucher savonneux, rebelles à toute séparation mécanique; ces poudres sont les unes d'un rouge plus ou moins vif, d'autres jaune rougeâtre, d'autres encore sont blanches.

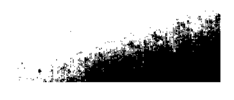
L'examen microscopique montre que toutes nos poudres sont constituées en majeure partie de lamelles très ténues, biréfringentes, qui, en raison de leurs très faibles dimensions et de leur manque de transparence, sont indéterminables optiquement; cependant ces lamelles doivent correspondre à des clivages suivant la base, de minéraux possédant la structure des micas, car, dans quelques très rares cas, j'ai pu observer que certaines de ces lamelles, présentant quelque développement, étaient aplaties à peu près normalement à n_p, bissectrice aiguë, et avaient des axes peu écartés. Cet examen montre en outre : 1° que ces poudres ne renferment pratiquement pas de matière isotrope, d'où absence de silice gélatineuse; 2° que parmi leurs éléments il n'y en a pas qui puissent être assimilés à des feldspaths, soit en raison d'une forme extérieure ou de clivages convenables, soit à cause d'une structure maclée.

L'absence de caractères optiques déterminables rendait nécessaire l'analyse chimique de ces produits.

Cette analyse a été effectuée en suivant un mode opératoire que j'ai déjà exposé en étudiant la composition des bauxites (*Comptes rendus*, 1909, p. 1115), et consistant à analyser dans chaque échantillon : 1° la portion de celui-ci attaquable en 1 heure au bain-marie par de l'acide chlorhydrique concentré (oxyde de fer en totalité

---

(1) Dans un travail encore récent, M. Max Bauer a signalé déjà la présence de silicates hydratés d'alumine dans des latérites de Madagascar.



et tout ou partie de l'alumine hydratée); 2° la portion résistant à l'action chlorhydrique, que l'acide sulfurique attaque complètement (silicates et, possiblement, de l'alumine hydratée).

Laissant de côté la composition des premières portions, qui ne pourrait fournir de renseignements que sur des questions au moins partiellement élucidées déjà, j'envisagerai seulement ici la composition des produits de l'attaque sulfurique, dont la proportion, relativement à la poudre brute, varie de 68 à 99 pour 100.

Les résultats de ces analyses, obtenus en collaboration avec M. Blot, sont exposés ci-dessous; ils sont ordonnés par rapport aux teneurs en alcalis :

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.
H^2O (1).	16,3	16,6	14,5	13,3	13,7	14,0	13,4	13,2	11,3	9,5	9,2	8,9	9,2	7,6	8,0	9,3	7,4	6,4
SiO^2 (2).	47,5	44,6	45,6	52,5	47,9	51,8	44,0	46,0	47,8	44,8	50,2	46,4	47,0	44,9	47,3	48,2	46,2	49,0
Al^2O^3....	34,5	35,8	36,6	29,5	36,2	30,7	39,2	35,0	34,5	38,0	34,0	35,0	34,1	37,9	35,2	33,0	35,7	33,1
TiO^2....	0,7	0,9	0,4	1,2	tr.	tr.	»	0,9	tr.	1,0	0,8	0,7	1,2	1,0	0,9	0,6	0,9	1,0
CaO + MgO ..	0,6	0,9	0,8	1,1	1,3	1,4	0,9	0,6	1,1	1,2	1,7	1,3	1,3	1,1	1,1	1,2	0,8	0,9
K^2O.....	0,1	0,5	1,2	1,1	1,4	1,7	2,0	3,2	4,0	4,4	5,3	4,3	6,4	6,9	7,0	6,3	5,2	8,3
Na^2O....	0,1	0,4	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	0,6	1,0	0,6	0,7	1,8	0,7	0,9	1,3	2,1	3,2	0,7
	99,8	99,7	99,5	99,3	100,9	100,2	100,1	101,5	99,7	99,5	101,8	99,2	99,9	100,3	100,8	100,9	99,4	99,5

Provenance et roche d'origine des échantillons :

(1) Madagascar, granite; (2) Siguiri, Soudan, microgranite?; (3) Manioumba, Gabon, granite; (4) Solla, Soudan, microgranite; (5) Manioumba, Gabon, granulite; (6) Sadiola, Soudan, microgranite; (7) Nettéko, Soudan, microgranite; (8) N'Djolé, Gabon, produits remaniés des latérites correspondant à (9) et (13); (9) N'Djolé, Gabon, arkose; (10) Otombi, Gabon, schistes métamorphiques variés; (11) Booué, Gabon, granulite?; (12) Siguiri, Soudan, microgranite?; (13) N'Djolé, Gabon, schistes primaires; (14) Siguiri, Soudan, microgranite?; (15) Franceville, Gabon, roche d'origine inconnue; (16) Manioumba, Gabon, feldspath orthose; (17) Vénézuéla, schiste à graphite; (18) Alarmakoura, Gabon, schiste micacé et amphibolique à graphite.

2, 3, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18 proviennent de latérites en place, à caractères structurels de la roche d'origine intacts; 1, 5, 8, 10, 15, latérites plus ou moins remaniées.

Il est impossible d'affirmer que ces résultats ne concernent pas des mélanges de matières silicatées et d'hydrates alumineux; cependant, le fait que nos portions analysées ne perdent leur eau qu'à une température élevée

(1) Par perte au feu vers 1000°.

(2) Cette silice est celle que dissout, sur l'insoluble de l'attaque sulfurique, une solution concentrée et bouillante de CO^3Na^2; la partie laissée intacte par le carbonate correspond à du quartz. Tous les chiffres du Tableau ont donc été calculés des résultats analytiques obtenus, défalcation faite du quartz résiduel.

(entre le rouge sombre et le rouge vif), leurs teneurs peu variées en oxyde de titane, oxydes alcalino-terreux et en soude, me portent à les considérer comme essentiellement formées de silicates alumineux alcalins.

Ces silicates, dans l'ensemble des résultats exposés plus haut, constituent une série continue à certains égards, car, en moyenne, la teneur en alcalis y varie en sens inverse de celle en eau, et celle en silice en sens inverse de la teneur en alumine, sans qu'il y ait moyen, cependant, d'établir une corrélation entre ces deux ordres de variations.

Chimiquement, tout au moins, cette série de silicates correspond à une série micacée qui, débutant par des muscovites presque normales, aboutit à des termes à peine alcalins, entièrement comparables aux kaolins.

Cette série micacée représente sans doute les stades successifs par lesquels passe la matière silicatée alumineuse, au cours de la latéritisation; j'apporterai dans un travail ultérieur quelques arguments analytiques à l'appui de cette opinion, et je m'efforcerai de montrer, en outre, que cette variation dans la composition de la matière silicatée est corrélative de modifications de l'état d'hydratation des oxydes de fer et d'alumine qui l'accompagnent.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les amines constituent-elles des aliments pour les végétaux supérieurs?* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

G. Ville avait conclu d'expériences faites sans précautions d'aseptie que les chlorhydrates de méthylamine et d'éthylamine ont la même valeur nutritive pour les plantes supérieures que le sel correspondant d'ammoniaque; plus récemment L. Lutz [1], cherchant à se mettre à l'abri de l'intervention des microorganismes pouvant transformer les amines en ammoniaque ou en acide azotique, a été conduit également à voir dans les différentes amines, utilisées à l'état de chlorhydrates, des substances capables d'être assimilées par les végétaux supérieurs tels que *Zea Mays*, *Cucurbita maxima*, etc., et cela lorsqu'elles sont fournies à la dose de 1 pour 100; les plantes à qui l'azote était offert sous cette forme augmentaient sensiblement de poids sec par rapport à la graine, ce qui pouvait d'ailleurs s'expliquer en partie par un gain de carbone aux dépens du gaz carbonique de l'air, mais de plus la teneur en azote complexe devenait plus élevée.

Poursuivant mes recherches sur l'action morphogénique de différentes substances, j'ai été amené à étudier à ce point de vue le rôle des amines, et

(1) L. Lutz, *Recherches sur la nutrition des végétaux à l'aide de substances azotées de nature organique* (*Ann. Sc. nat.: Bot.*, 1898).

les résultats que m'ont fournis les cultures entreprises à ce sujet sont en opposition très nette avec les précédents.

Ces cultures ont été faites à l'intérieur de tubes fermés par un tampon d'ouate; les liquides qui étaient essayés au point de vue de leur valeur alimentaire imbibaient de la ponce qui avait été au préalable calcinée, puis stérilisée à l'intérieur des tubes de culture qui en contenaient tous le même volume; les solutions nutritives étaient filtrées à la bougie Chamberland et il en était introduit aseptiquement un volume constant dans les tubes où devaient se développer les graines mises à germer après stérilisation. Les expériences ont porté sur le Radis dont on choisissait des graines pesant de 10^{mg} à 11^{mg}, ce qui correspondait à un poids sec de la plantule compris entre $7^{mg},8$ et $9^{mg},2$.

Une solution mère témoin contenait tous les éléments nécessaires au développement de la plante, à l'exception de l'azote; ce corps était ajouté soit à l'état d'azotate de calcium, soit à l'état de chlorhydrate d'ammoniaque, soit enfin sous forme de chlorhydrates des diverses amines; pour chaque substance on réalisait trois concentrations différentes (I, II et III), telles que les liquides de culture contenaient les mêmes quantités d'azote que les solutions à 0,01 pour 100, 0,1 pour 100 et 1 pour 100 de chlorhydrate de méthylamine. Enfin, à côté de cette première série de cultures, il en a été établie une seconde où tous les liquides contenaient en outre 5 pour 100 de glucose, destiné à donner des rendements plus considérables et à montrer l'action des différentes substances sur l'utilisation du sucre mis à la disposition de la plante.

Tous les corps employés l'ont été à l'état aussi pur qu'on peut les obtenir; les chlorhydrates de méthylamine et de triméthylamine ont été préparés par saturation des amines correspondantes pures avec l'acide chlorhydrique; les sels des autres amines sont les produits garantis purs du commerce soumis à de nouvelles cristallisations.

Les semis ont été effectués le même jour et les tubes placés à une lumière diffuse égale pour tous; l'expérience a duré 2 mois. Au bout de ce temps j'ai évalué la valeur nutritive, qui se traduisait souvent d'ailleurs par des caractères de morphologie très précis que je laisse de côté ici, en prenant les poids secs des cinq plantes que comportait chaque série et les comparant avec ceux des plantes ayant végété dans la solution témoin; je ne rapporterai dans le Tableau suivant que les poids secs moyens de chaque série, la concordance s'étant trouvée parfaite pour les divers individus.

		Solutions sans glucose.		Solutions glucosées à 5 pour 100.	
Substances azotées fournies à la plante.	Concentrations.	Poids secs moyens (en mg).	Différences avec le témoin.	Poids secs moyens (en mg).	Différences avec le témoin.
Pas d'azote (solution témoin)....		24		34	
Azotate de calcium............	I	36	+12	59	+25
	II	40	+16	66	+32
	III	29	+ 5	41	+ 7
Chlorhydrate d'ammoniaque.....	I	31	+ 7	68	+34
	II	33	+ 9	75	+41
	III	7	−17	7	−27

Substances azotées fournies à la plante.	Concentrations.	Solutions sans glucose. Poids secs moyens (en mg).	Solutions sans glucose. Différences avec le témoin.	Solutions glucosées à 5 pour 100. Poids secs moyens (en mg).	Solutions glucosées à 5 pour 100. Différences avec le témoin.
Chlorhydrate de méthylamine...	I	17	−7	27	−7
	II	13	−11	19	−15
	III	6	−18	10	−24
Chlorhydrate de diméthylamine..	I	23	−1	33	−1
	II	12	−12	27	−7
	III	11	−13	8	−26
Chlorhydrate de triméthylamine.	I	22	−2	32	−2
	II	11	−13	30	−4
	III	10	−14	11	−23
Chlorhydrate d'éthylamine......	I	19	−5	34	0
	II	12	−12	24	−10
	III	9	−15	10	−24
Chlorhydrate de propylamine....	I	24	0	34	0
	II	13	−11	32	−2
	III	10	−14	16	−18

Je ferai tout d'abord remarquer qu'en présence du glucose l'azotate de calcium et surtout le chlorhydrate d'ammoniaque augmentent sensiblement plus la récolte qu'en solution exclusivement minérale. Mais il ressort avant tout de ce Tableau qu'en aucun cas les chlorhydrates des diverses amines ne se sont comportés comme des substances capables de provoquer une augmentation du poids sec.

Le Radis n'est pas une des plantes sur lesquelles a expérimenté Lutz; mais dans des essais préliminaires portant sur le Maïs, que j'ai ensuite abandonné à cause de l'irrégularité de sa végétation, j'ai observé une action toxique très nette du chlorhydrate de triméthylamine employé à la dose de 1 pour 100; il est d'ailleurs à noter qu'à cette concentration le chlorhydrate d'ammoniaque est également toxique pour le Maïs et pour le Radis, qui se comportent à cet égard comme toutes les plantes que de nombreux expérimentateurs ont soumises à l'action des sels ammoniacaux; d'autre part, si l'on admettait les conclusions de Lutz concernant la valeur nutritive des amines vis-à-vis des plantes supérieures, on serait obligé de faire remarquer que l'ammoniaque échapperait à la loi qu'il a formulée concernant le rapport inverse qui existerait entre les rendements obtenus en présence des diverses amines et la grandeur moléculaire du radical substitué à l'hydrogène.

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'origine du cœur, des cellules vasculaires migratrices et des cellules pigmentaires chez les Téléostéens.* Note de M. I. **Borcea**, présentée par M. Yves Delage.

Le mésoderme intermédiaire céphalique se montre différencié chez *Belone acus*, pour la première fois, dans les embryons âgés de 3 jours 6 heures. A ce moment, le mésoderme céphalique est divisé en trois régions : *a*, une région somitique verticale accolée au cordon nerveux ; *b*, une région périphérique présentant déjà une cavité (la cavité péricardique); *c*, une région intermédiaire compacte réunissant les deux autres parties, formée par la partie proximale du mésoderme horizontal. Cette dernière région est plus étroite que les deux autres, se trouvant comprimée d'une part à la partie inférieure par le reploiement du bord de la couche endodermique, à la partie supérieure par l'ébauche de la vésicule auditive et par l'épaississement ectodermique où s'abouchera plus tard la première poche branchiale.

A mesure que la première poche branchiale s'avance vers l'extérieur (au cours du quatrième jour du développement), le mésoderme intermédiaire glisse le long du bord externe de celle-ci, de sorte qu'on constate de chaque côté une coulée de cellules mésodermiques qui se dirigent vers la ligne médiane au-dessous de l'intestin céphalique, cheminant le long du bord interne des lames péricardiques et s'étalant sur le vitellus (embryons âgés de 5 jours). Entre les deux lames péricardiques, les deux coulées délimitent une cavité cylindrique qui est la cavité du cœur.

Le long des coulées, on constate des cellules qui se séparent et émigrent à la surface du vitellus; celles-ci sont les cellules vasculaires migratrices aux dépens desquelles se forme le réseau veineux du vitellus. Ces cellules ont été observées pour la première fois par Wenckebach ([1]), mais leur origine est autre que celle assignée par cet auteur.

Le cœur et aussi les cellules vasculaires migratrices dérivent donc d'une région du mésoderme céphalique qui correspond aux masses mésodermiques intermédiaires de la région du tronc (portion moyenne du mésoblaste, Swaen et Brachet).

J'ai obtenu le même résultat sur les formes suivantes : *Lophius piscatorius* L.; *Exocetus volitans* L.; *Cristiceps argentatus* Risso; *Gobius capito* C. V.; *Hippocampus*

([1]) *Archiv für mikr. Anat.*, t. XXVIII.

brevirostris Cuv.; *Syngnatus acus* Mich.; *Siphonostoma Rondeletii* Delor. et *Uranoscopus scaber* L. Je ne puis donc, d'aucune manière, confirmer les recherches récentes de Nöldeke ([1]) que des cellules endodermiques prendraient part aussi à la formation du cœur, et celles de Gregory ([2]) suivant lequel la première ébauche du cœur serait représentée par deux masses mésendodermiques. Dans tous les stades embryonnaires, j'ai constaté des limites nettes entre le mésoderme et l'endoderme.

A côté des cellules migratrices vasculaires, il y a une autre catégorie des cellules migratrices qui se chargent de pigment. Tous les auteurs soutiennent que ces deux catégories de cellules ont une même origine mésodermique. Il n'y a que Swaen et Brachet ([3]) qui ne se montrent pas convaincus que les cellules pigmentaires aient la même origine que les cellules vasculaires, sans pourtant connaître l'origine des premières.

Mes recherches me permettent d'affirmer que les cellules pigmentaires ont une origine ectodermique. Déjà chez les embryons âgés de 3 jours, on observe des deux côtés du cordon nerveux, à la limite de celui-ci et du feuillet épidermique, des cellules qui se détachent et émigrent dans les interstices des organes déjà formés; quelques-unes émigrent entre le cordon nerveux et les somites arrivant à la surface de l'intestin; un nombre plus grand passe du côté latéral des somites, entoure les plaques latérales et arrive à la surface du vitellus. Au sixième jour ces cellules commencent à présenter des granulations pigmentaires. Dans les œufs pélagiques à développement embryonnaire très court (*Uranoscopus scaber* L.; *Fierasfer acus* Brünn; *Labrax lupus* Cuv.), ces cellules apparaissent à la fin du premier jour du développement et sont déjà chargées de pigment au moment de la séparation même.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fatigue engendrée par les mouvements rapides.* Note de M. **A. Imbert**, présentée par M. Bouchard.

Un certain nombre de travaux professionnels consistent essentiellement en mouvements rapides, sans production en quantité appréciable de travail extérieur; c'est en particulier le cas des ouvrières plieuses dans les usines où se fabriquent les bougies, le chocolat; dans les manufactures de tabacs, etc.

([1]) *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. LXV.
([2]) *Anat. Hefte*, t. XX.
([3]) *Archives de Biologie*, t. XVI.

Il pouvait dès lors être intéressant de rechercher si la simple exécution de mouvements rapides engendre un degré de fatigue pouvant être objectivement constaté, par exemple au moyen de tracés ergographiques.

Les recherches ont porté sur un mouvement très simple, flexion et extension alternatives et aussi rapides que possible du médius, mouvement qui présentait l'avantage d'être le même que celui sur lequel porte l'exploration par l'ergographe de Mosso.

Les tracés ergographiques se composaient chacun de 60 soulèvements successifs; il était pris un seul tracé par jour, dans le début de la matinée, toujours à la même heure, tantôt directement, tantôt après 2 minutes de mouvements rapides de flexion et d'extension du médius. Ces mouvements étaient d'ailleurs inscrits en réunissant le doigt, par un fil élastique, au levier d'un tambour mis en communication avec un second tambour enregistreur.

Ces mouvements de flexion et d'extension, dont le nombre peut dépasser 400 par minute, sont d'abord assez réguliers; mais la régularité s'altère peu à peu et fait place, chez certains sujets tout au moins, à une véritable incoordination.

Pour se rendre compte des différences présentées par les tracés ergographiques, il est bon d'évaluer comparativement le travail correspondant à 1, 2, 3, ..., 60 soulèvements. Le poids soulevé étant toujours le même, cette comparaison se réduit à celle des hauteurs de soulèvement.

Si l'on fait successivement, pour toutes les valeurs de n, la somme S des n premiers soulèvements lorsque le travail à l'ergographe est effectué directement, et qu'on en retranche la somme correspondante S' des n premiers soulèvements lorsque le travail à l'ergographe est effectué après 2 minutes de mouvements rapides de flexion et d'extension du médius, puis qu'on porte en abscisses les diverses valeurs de n et en ordonnées les valeurs correspondantes de $S - S'$, on obtient une figure qui renseigne immédiatement sur la marche comparative de la fatigue dans les deux cas.

On trouve ainsi que le travail à l'ergographe est, pour les premiers soulèvements, plus grand en général ($S' > S$), lorsque viennent d'être effectués des mouvements rapides de flexion et d'extension; mais l'inverse ($S > S'$) se produit bientôt, si bien que la différence $S - S'$, d'abord négative, devient bientôt positive et augmente dès lors progressivement.

Pour un sujet, le rapport $\frac{S}{S'}$ entre les travaux ergographiques totaux effectués, l'un directement, l'autre après mouvements rapides de flexion et d'extension, s'est élevé à $\frac{3}{2}$.

Il résulte de là que :

Des mouvements rapides, sans production en quantité appréciable de travail mécanique extérieur, engendrent assez rapidement une fatigue qui peut être mise objectivement en évidence par des tracés ergographiques, et dont le degré peut, chez certains sujets tout au moins, être assez élevé.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action d'eaux minérales et de sérums artificiels radioactifs sur la survie d'organes ou d'éléments cellulaires isolés du corps (muscles lisses et striés, globules rouges, spermatozoïdes).* Note de M. C. **Fleig**, présentée par M. Bouchard.

J'ai recherché l'action d'eaux minérales radioactivées et de sérums artificiels radifères à minéralisation complexe sur la survie d'organes ou d'éléments cellulaires isolés du corps, tels que l'intestin, l'œsophage, le cœur, les globules rouges et les spermatozoïdes, en suivant les méthodes que j'ai déjà utilisées dans le cas des eaux minérales ordinaires et de divers sérums artificiels ([1]).

Les solutions radifères dont je suis parti pour composer ces sérums radioactifs et pour donner une radioactivité *fixe* aux eaux minérales dont je me suis servi m'ont été fournies par M. Jaboin, et les recherches comparatives sur la radioactivité des divers liquides que j'ai employés comme sérums artificiels ont été faites avec l'électroscope de Curie et celui de Chéneveau et Laborde. Ces solutions radifères étant à des titres assez faibles (de 1^γ à 500^γ de $RaBr^2$ par litre), j'ai utilisé jusqu'à présent comme eaux minérales à radioactiver surtout des eaux très fortement salines, celle de Brixous-Biarritz surtout, qu'il faut diluer de 40 volumes pour la ramener à l'isotonie. Pour les eaux minérales naturellement peu hypertoniques ou voisines de l'isotonie, la radioactivation était réalisée en les additionnant d'une petite quantité de solution de Br^2Ra à 500^γ par litre. J'obtenais ainsi des eaux minérales dont la radioactivité *fixe* correspondait à 1^γ à 12^γ de Br^2Ra par litre (bien plus élevée par conséquent que la radioactivité des eaux minérales naturelles même les plus radioactives). J'ai même utilisé de l'eau de Biarritz isotonique à 500^γ de Br^2Ra par litre. Pour les sérums artificiels à minéralisation complexe, la teneur en Br^2Ra variait de 1^γ à 500^γ par litre. Dans d'autres expériences, j'ai utilisé des eaux minérales ou des sérums artificiels possédant une radioactivité *induite* acquise à la suite du séjour plus ou moins prolongé dans ces liquides d'un tube de Br^2Ra à activité de 1500000. Enfin, j'ai aussi recherché l'action de l'*émanation* de ce tube placé directement dans le voisinage des organes ou des éléments cellulaires que j'étudiais. L'ensemble de ces expériences est destiné à montrer que l'action sur ces divers systèmes organiques soit d'eaux minérales ou de sérums radifères (radioactivité fixe), soit des mêmes liquides possédant une radioactivité induite ou contenant le tube de radium, conduit à des conclusions montrant l'innocuité des injections intra-tissulaires d'eaux minérales *très radioactives*, infiniment plus radioactives même que celles qu'on connaît actuellement.

([1]) *Cf.* C. Fleig, *Les eaux minérales milieux vitaux. Sérothérapie artificielle et balnéothérapie tissulaire par leur injection dans l'organisme*, 513 pages, avec 16 figures. Paris, Maloine, 1909.

I. Des fragments d'intestin grêle de lapin immergés comparativement dans des sérums artificiels complexes et dans ces mêmes sérums additionnés de 1^{γ} à 100^{γ} par litre de Br^2Ra se contractent bien dans les deux cas. Avec une dose de 500^{γ} de Br^2Ra par litre, on observe *quelquefois* une légère inhibition des contractions dans les milieux radifères, mais pas d'action toxique cependant, les contractions reprenant leur intensité normale si l'on reporte l'intestin dans le sérum non radifère témoin. Pour les contractions de l'œsophage de lapin (faradiques) ou celles du cœur de grenouille excisé et pour des doses de $Br^2Ra < 500^{\gamma}$ pour 1000^{γ}, mêmes résultats qu'avec le sérum témoin non radifère. (Formule du sérum artificiel employé : $NaCl$, 6^g ; KCl, $0^g,3$; SO^4Mg, $0^g,3$; PO^4HNa^2, $0^g,5$; CO^3NaH, $1^g,5$; glucose, 1^g ; eau, 1000^{cm^3}. Pour le cœur de grenouille, liquide de Ringer.) Mêmes conclusions aussi pour l'eau de Biarritz à 1^{γ} à 500^{γ} Br^2Ra par litre. Avec les sérums artificiels ou les eaux minérales radioactivés par *induction*, on ne saisit aucune différence dans les contractions de l'intestin, de l'utérus ou de l'œsophage par rapport aux contractions observées dans les mêmes milieux non radioactifs (radioactivation obtenue en laissant en contact avec 500^{cm^3} des liquides à étudier le tube de Br^2Ra d'activité 1 500 000 pendant 24 à 48 heures). Bien plus, les mouvements de l'intestin dans le sérum complexe ou dans diverses eaux minérales isotoniques n'ont paru nullement influencés par la présence dans ces milieux du *tube de radium placé au contact même de l'intestin* ; ce n'est que si le contact du tube de radium a été prolongé 3 ou 4 jours au niveau de l'intestin immergé dans un sérum artificiel à la glacière que l'organe devient incapable de reprendre ses contractions par réchauffement progressif.

II. Des globules rouges de lapin lavés et mis en suspension dans du sérum artificiel, ou dans des eaux minérales isotoniques contenant de 1^{γ} à 500^{γ} de Br^2Ra par litre (pendant 4 heures), ne s'altèrent en aucune façon, car leur transfusion permet la restauration définitive de lapins qu'une simple transfusion de sérum artificiel est incapable de sauver (auto-transfusion ou iso-transfusion de globules lavés). Une fois réinjectés, ils reprennent leur forme normale et l'urine des jours consécutifs ne présente aucun signe de destruction globulaire. Le résultat est identique si l'on se sert des mêmes liquides radioactivés par *induction* ou si on laisse des globules lavés en suspension *pendant 4 heures* dans un sérum artificiel ou une eau minérale isotonique au contact du tube de Br^2Ra déjà utilisé.

III. Les mêmes expériences de survie et de reviviscence des spermato-

zoïdes dans diverses eaux minérales que j'ai récemment publiées (*Soc. Biol.*, 17 juillet 1909), se rapportant soit aux spermatozoïdes lavés, soit aux spermatozoïdes dans des mélanges de sperme et d'eaux minérales, conduisent à des résultats analogues si l'on se sert d'eaux minérales contenant de 1^{γ} à 500^{γ} de Br^2Ra par litre. Ces faibles doses de Br^2Ra n'exercent pas d'action empêchante sur les mouvements des spermatozoïdes, qui sont même parfois accrus. Il en est ainsi aussi avec les eaux minérales radioactivées par induction. Au point de vue de la reviviscence après conservation à la glacière, il faut cependant ajouter que du sperme pur maintenu au contact du tube de radium ne contient plus, au bout de 4 jours, de spermatozoïdes capables de se mouvoir. Mais il s'agit ici de conditions qui ne sont jamais réalisées dans la pratique, et le fait de l'innocuité de faibles doses de radium ou d'émanation, même de doses bien supérieures à celles qu'on peut trouver dans les eaux minérales naturelles, me paraît bien établi par les trois séries d'expériences résumées ici.

BIOLOGIE. — *Remarques sur l'Okapi.* Note de MM. **Maurice de Rothschild** et **Henri Neuville**, présentée par M. Ed. Perrier.

Continuant nos recherches zoologiques et anatomiques sur la faune africaine, nous avons été amenés à faire quelques comparaisons et à formuler quelques considérations nouvelles au sujet de l'Okapi. Nous nous permettons de les présenter à l'Académie.

La découverte de l'Okapi est encore relativement récente; sa splanchnologie reste totalement inconnue, mais ses caractères zoologiques, son habitat et ses mœurs mêmes sont maintenant assez bien fixés. Les magistrales études de M. Ray Lankester et la superbe monographie de M. Julien Fraipont ont largement renseigné les naturalistes sur cet animal, considéré comme mystérieux il y a peu d'années seulement.

Les études dont nous présentons aujourd'hui les résultats sont exclusivement ostéologiques et ont trait à certaines particularités du crâne, de la colonne vertébrale et des extrémités.

Le crâne de l'Okapi se distingue de celui des Girafes par maints caractères. L'un des plus frappants, pour l'anatomiste, est le développement considérable de ses tympaniques (*sensu lato*), qui forment des bulles arrondies, très volumineuses, bien différentes de celles des Girafes. Nous avons suivi, à titre comparatif, l'évolution des tympaniques de ces dernières et avons constaté que ces os forment chez les jeunes,

comme cela a lieu fréquemment ailleurs, des bulles très développées; elles sont alors tout à fait comparables à celles de l'Okapi adulte. Nous avons pu suivre, sur des crânes de Girafe à divers âges, leur atrophie progressive jusqu'au moment où elles se réduisent à une caisse latéralement aplatie, lamellaire, se terminant, presque sans transition, par l'apophyse subuliforme. A ce point de vue, l'Okapi adulte présente donc un stade réalisé chez les jeunes Girafes. Signalons, simplement à titre documentaire, que le crâne-type du *Paleotragus Roueni* Gaudry, aimablement mis à notre disposition par M. le professeur Boule, semble, lui aussi, avoir présenté des bulles tympaniques arrondies, bien développées, mais dont l'état de conservation est malheureusement trop imparfait pour permettre une description quelque peu précise.

En ce qui concerne la colonne vertébrale, nous avons étendu l'intéressante découverte, due à M. Ray Lankester, de la double articulation cervico-dorsale. Ce savant éminent a récemment observé, sur un Okapi de M. Powell Cotton, que la septième cervicale s'articule avec la première dorsale à la fois suivant le mode d'articulation cervical et suivant le mode dorsal, mais il n'a pas retrouvé la même disposition sur un squelette jeune appartenant à l'hon. Walter de Rothschild, et ce fait demandait ainsi quelques éclaircissements.

Nous avons pu constater sur un squelette parfaitement adulte (celui du Muséum de Paris), l'existence de la double articulation décrite par M. Ray Lankester. Il paraît donc s'agir d'un fait constant, que peut atténuer l'immaturité. Étendant nos recherches, nous avons retrouvé la même articulation double chez les *Oryx*. Une ébauche de l'articulation médiane, du type dorsal, y apparaît dès l'axis et se développe graduellement; sur la septième cervicale, elle devient identique à celle de l'Okapi; tout au plus doit-on signaler que ses facettes articulaires sont moins plates.

Quant aux extrémités, elles sont assez différentes ici de celles des Girafes. Chez ces dernières, les phalanges sont très larges et très puissantes, surtout à l'état pleinement adulte, car, chez les jeunes, elles sont moins massives. Par contre, chez l'Okapi, elles sont très déliées et rappellent, plutôt que celles des Girafes ou des Bœufs, celles des Cerfs. La première phalange y est encore plus grêle que chez ces derniers, un peu moins, cependant, que chez certaines Antilopes de marais; sa face antérieure, au lieu d'être aplatie comme chez les Girafes, est convexe; sa face postérieure présente des tubercules moins saillants, dont l'interne, le plus développé chez les Girafes, se réduit chez l'Okapi à une crête linéaire descendant jusque vers la moitié (membre antérieur) ou le premier tiers (membre postérieur) de la longueur. C'est la seconde phalange qui offre les différences les plus frappantes; le caractère bovien qu'elle présente chez les Girafes n'existe pas du tout chez l'Okapi, mais la ressemblance avec la seconde phalange des Cerfs y est grande. La troisième phalange de l'Okapi est proportionnellement plus courte que celle des Girafes; sa facette articulaire, aussi étendue en arrière que chez celles-ci, est plus longue, par conséquent, que chez les Ruminants en général; c'est par suite de la brièveté relative de la région située en avant du trou plantaire de la face interne que cette troisième phalange paraît plus haute et plus courte chez l'Okapi. L'éminence pyramidale, émoussée chez les Girafes, est ici plus saillante; ses trous vasculaires, différents de ceux des Girafes, le sont aussi de ceux des Bovidés.

Tant au point de vue de l'articulation cervico-dorsale qu'à celui des extrémités, le

Nylgaut (*Boselaphus tragocamelus* Pallas), qu'on a voulu rapprocher des Girafidés, présente, au contraire, des caractères boviens.

Les caractères différenciels sur lesquels nous venons d'attirer l'attention sont surtout adaptatifs, mais les quelques données ontogéniques qui peuvent être relevées ici rapprochent l'Okapi adulte des Girafes à l'état jeune et, malgré la convergence que nous signalons entre l'articulation cervico-dorsale de l'Okapi et celle des *Oryx*, les divergences ne semblent pas plus considérables, dans leur ensemble, du côté des Cervidés que de celui des Bovidés en général.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'acidité du lait des vaches tuberculeuses*. Note de M. A. **Monvoisin**, présentée par M. A. Chauveau.

L'acidité des laits normaux (déterminée par titrage à l'eau de chaux, la phtaléine du phénol servant d'indicateur) est due à l'acide carbonique dissous, à la caséine, aux sels acides et à une petite quantité d'acides azotés.

Cette acidité est ordinairement exprimée en acide lactique, bien que cet acide n'existe pas dans les laits frais. Elle varie très peu dans le cours d'une période de lactation pour une même bête; elle est normalement comprise entre $1^{g},4$ et $1^{g},9$ d'acide lactique par litre.

Dans les laits fournis par les vaches atteintes de mammite tuberculeuse, nous avons toujours trouvé l'acidité manifestement abaissée; nous avons donné récemment quelques-uns des résultats obtenus.

Au début de l'affection, les quartiers malades sécrètent un lait d'aspect normal, mais l'acidité en est nettement inférieure à celle d'un lait normal.

Cette hypoacidité est d'autant plus accentuée que le quartier malade est plus envahi; on la rencontre aussi, quoique à un plus faible degré, dans les laits sécrétés par les quartiers sains en apparence.

Les causes de l'abaissement de l'acidité nous paraissent multiples :

C'est d'abord la disparition graduelle de l'acide carbonique dissous.

C'est ensuite la diminution progressive et rapide de la caséine, ainsi que nous l'indiquent les différents dosages d'azote, exécutés sur plusieurs échantillons de lait.

Nous avons déterminé : l'azote total par le procédé Kjeldahl; l'azote de la caséine, précipitée par l'acide acétique et l'acide carbonique; l'azote des autres matières albuminoïdes précipitables par l'acide phosphotungstique, et enfin l'azote restant (amidé).

Les résultats de ces différents dosages d'azote (en grammes par litre) sont réunis

dans le Tableau ci-dessous :

	Laits normaux.	Laits tuberculeux. I.	Laits tuberculeux. II.
Azote total........	4,8 à 5,4	5,38	5,93
Azote de la caséine.......	3,7 à 4,3	2,94	3,18
Azote des albumines......	0,82 à 1,08	1,92	2,45
Azote restant (amidé)....	0,13 à 0,24	0,52	0,30

soit en centièmes de l'azote total :

Azote de la caséine.......	77 à 81	54,65	53,69
Azote des albumines......	17,6 à 17,5	35,61	41,25
Azote restant...........	2,5 à 4,7	9,74	5,06

Nous avons choisi ces exemples parmi des laits tuberculeux non encore modifiés au point de vue organoleptique, ayant l'apparence de laits sains et l'aspect marchand.

Le premier de ces échantillons avait la composition suivante (en grammes par litre) :

Acidité....................................	1,01
Matières albuminoïdes........................	35,28
Matière grasse..............................	41,90
Lactose....................................	30,00
Extrait sec..................................	139,15
Cendres....................................	8,10
Chlore (en Cl Na)............................	2,98
Point de congélation.........................	—0°,550
Indice de réfraction..........................	1,3437
Résistance spécifique.........................	208 ohms

Les chiffres que nous venons de citer montrent que la caséine diminue très rapidement dans les laits élaborés par une mamelle tuberculeuse, même très peu atteinte. La diminution est à la fois absolue et relative; au début de l'affection, l'azote total n'a pas changé et la quantité de matières albuminoïdes n'est pas modifiée; plus tard, l'azote total et les albumines augmentent notablement.

Aux deux causes précédentes, diminution de l'acide carbonique et disparition graduelle de la caséine, paraît s'ajouter la diminution des sels acides, si nous nous en rapportons aux dosages d'acide phosphorique et de chaux exécutés sur les résidus de l'incinération des extraits secs :

	Pour 100 des cendres. Lait normal.	Lait tuberculeux.	Sérum sanguin.
Acide phosphorique........	27,0	10,0 [1]	4,8
Chaux....................	21,0	8,7	1,1

[1] La diminution de l'acide phosphorique et de la chaux est liée, en partie, à la disparition de la caséine.

L'hypoacidité des laits tuberculeux ne tient aucunement à une saturation partielle des fonctions acides de leurs constituants par l'ammoniaque provenant de l'action des bacilles tuberculeux sur les matières albuminoïdes. En utilisant la réaction si sensible de Trillat et Sauton (formation d'iodure d'azote), nous n'avons jamais pu mettre en évidence l'ammoniaque dans ces laits.

On peut donc conclure que la faible acidité des laits tuberculeux dépend principalement de leur moindre teneur en caséine.

Lorsque la mamelle est envahie par des microorganismes, quels qu'ils soient, les cellules sécrétrices sont altérées plus ou moins profondément et en plus ou moins grand nombre, suivant la qualité, le nombre et la virulence des microbes.

Les produits caractéristiques du lait doivent être élaborés en moins grande quantité et, en effet, *dans toutes les mammites, tuberculeuses ou autres*, on constate une diminution de la matière grasse, du lactose et de la caséine. Seule, cette dernière a une action sur le degré d'acidité du lait.

S'il en est ainsi, dans tous les cas de mammites rencontrés chez les vaches laitières, et selon toute évidence chez les autres femelles productrices de lait, l'acidité du lait doit être diminuée.

Mais lorsque la mammite est provoquée par des streptocoques, etc., un autre phénomène intervient qui masque la diminution de l'acidité primitive.

Ces microorganismes (sauf le bacille tuberculeux) transforment rapidement une partie du lactose qui est à leur disposition en acide lactique. L'un des deux phénomènes (disparition de la caséine et formation d'acide lactique) l'emporte sur l'autre et, dans ces cas, on constate une augmentation très nette de l'acidité, atteignant couramment, quelques jours après le début du processus, 7^g, 8^g, 10^g et même 11^g d'acide lactique par litre.

Le bacille tuberculeux ne fait pas d'acide lactique avec le lactose. Dans les laits tuberculeux, rien ne masque donc la diminution de l'acidité provenant de la disparition de la caséine; le phénomène apparaît alors dans toute sa netteté.

Nous pouvons donc conclure :

1° L'hypoacidité des laits de vaches tuberculeuses paraît être corrélative de l'envahissement de la mamelle par les bacilles de Koch. Une mamelle fournissant du lait dont l'acidité est inférieure au taux normal est une glande déjà tuberculisée, quoique l'examen le plus délicat ne puisse faire soupçonner la tuberculose mammaire.

2° En l'absence de l'épreuve à la tuberculine, le dosage de l'acidité du lait récemment recueilli permettra de fixer la nature d'une mammite douteuse. On pourra conclure à la tuberculose mammaire si le lait est hypoacide, même si l'examen microscopique du culot de centrifugation ne décèle pas la présence de bacilles de Koch.

3° Tout lait qui, au sortir de la mamelle, présente une acidité inférieure au chiffre minimum normal devra être impitoyablement exclu de l'alimentation des enfants.

4° Les grumeaux que l'on constate dans les laits tuberculeux ne sont pas produits, comme cela existe dans les autres mammites, par la précipitation des matières albuminoïdes sous l'influence simultanée de l'acide lactique et de la présure d'origine microbienne.

SISMOLOGIE. — *Tremblement de terre du 20-21 octobre 1909.* Note de M. Alfred Angot.

Un nouveau tremblement de terre d'une grande intensité a été enregistré sur les deux sismographes du Parc Saint-Maur dans la nuit du 20 au 21 octobre.

Le début des premières oscillations préliminaires est observé à $23^h 50^m 42^s$ (temps moyen de Greenwich) pour la composante NS et à $23^h 50^m 36^s$ pour la composante EW; les oscillations sont beaucoup plus nettes sur cette dernière composante.

Le début des secondes oscillations préliminaires est, au contraire, beaucoup plus net sur la composante NS; il se présente, pour les deux, à $23^h 58^m 20^s$.

Il est difficile de définir nettement le commencement des oscillations principales, car on ne remarque pas de variation brusque dans l'amplitude. Mais les oscillations, dont la période n'était jusque-là que de quelques secondes, prennent une période de 25 secondes à $0^h 11^m 51^s$ pour la composante NS et de 21 secondes à $0^h 13^m 34^s$ pour la composante EW.

Le maximum se produit à $0^h 17^m,5$ (période 16 secondes; amplitude extrême sur le tracé 15^{mm}) pour la composante NS, et $0^h 20^m$ (période 15 secondes, amplitude extrême 15^{mm}) pour la composante EW. Les oscillations diminuent ensuite lentement et les courbes redeviennent calmes un peu après 1^h.

Ce tremblement de terre, sur lequel je n'ai pas encore trouvé d'indication dans les journaux, a dû être très violent. Son épicentre paraît être à une distance de 6700^{km} environ dans l'Est-Sud-Est, c'est-à-dire vers le centre de l'Himalaya ou les régions montagneuses voisines.

HYDROLOGIE. — *Sur la rivière souterraine de Labouiche ou La Grange (Ariège).* Note de M. **E.-A. Martel.**

Au cours de la seconde mission d'hydrologie souterraine aux Pyrénées (1909) qu'avait bien voulu me confier M. le Ministre de l'Agriculture, j'ai continué l'exploration de la rivière souterraine de La Grange, ou plutôt Labouiche, près Foix (Ariège) (voir *Comptes rendus* du 9 novembre 1908).

Les 16 et 17 août dernier, avec MM. E. Fournier, E. Maréchal, L. Rudaux, le Dr Dunac, le Dr Crémadel, le lieutenant Rochette, nous avons fait les constatations nouvelles et les rectifications suivantes :

La perte du ruisseau nommé *Fayal*, dans la grotte dite *Aïgo-Perden*, est à 405m d'altitude, à 40m seulement en dessous de la voie ferrée de Foix à Saint-Girons.

Nous avons remonté la rivière souterraine 270m plus loin que le point atteint le 3 décembre 1908 par MM. Dunac, Rochette, etc. Les très grandes difficultés du parcours et la perforation d'un canot de toile ont empêché d'atteindre l'extrémité supérieure.

Ce cours d'eau interne est un des types les plus caractéristiques et instructifs de la circulation des eaux en *rivières souterraines* parmi les terrains calcaires. Les traces du travail des tourbillons, de l'érosion, de la corrosion, de la pression hydrostatique y sont particulièrement remarquables.

La portion actuellement connue est d'environ 1200m à 1300m de longueur, non compris les passages, presque aussi étendus, d'un ancien lit supérieur à sec.

Conformément à mes prévisions, les températures de l'eau le 17 août 1909 étaient renversées, par rapport à celles du 2 novembre 1908, savoir :

Perte du *Fayal*	15°,6	au lieu de	7°,0
Rivière principale en amont du confluent	13,2	»	12,8
Rivière principale en aval du confluent	14,0	»	11,0
Résurgence d'ensemble à *Aïgo-Neichen*	14,0	»	11,0

L'influence des variations extérieures et saisonnières de température sur les émergences du calcaire, qui ne sont pas de vraies sources, s'affirme donc de plus en plus comme une véritable loi, particulièrement pratique en matière de captages d'eau pour l'alimentation publique.

La différence de 0°,7 C. pour la rivière principale à l'amont du confluent

implique même que son origine n'est pas aussi lointaine qu'on l'avait cru tout d'abord.

Et en effet nous avons reconnu, au dehors, jusque vers 2^{km} seulement à l'amont d'*Aïgo-Perden*, dans la direction de l'ONO, de très nombreux points d'absorption qui alimentent certainement le ruisseau souterrain. L'un des plus éloignés est une perte permanente au hameau de Clarac, dans le fossé même de la voie ferrée; elle a été aménagée pour absorber toutes les pluies d'une vaste surface.

En outre, au kilomètre 87,9 de la voie, précisément au-dessus de la perte d'*Aïgo-Perden*, deux trous, imparfaitement bouchés, sont aussi d'anciennes absorptions aboutissant aux galeries supérieures de la caverne. Celle-ci, en deux places au moins, passe sous le chemin de fer, ce qui crée une situation digne d'un très sérieux examen.

Les 40^m de roches interposées entre les rails et le courant souterrain n'auraient une épaisseur suffisante, pour la stabilité et la sécurité de la ligne, que si ce sous-sol était bien compact : au contraire, il a été et est encore miné par les eaux souterraines qui ont évidé tout un réseau de galeries supérieures sèches, de cheminées débouchant dans les voûtes de la caverne, de salles hautes parfois de plus de 20^m. Il paraît indispensable de mettre un terme, par des travaux spéciaux, à la continuation des érosions souterraines présentes.

Cette conclusion de nos investigations à Labouiche montre quels services les explorations souterraines peuvent matériellement rendre aux ingénieurs pour l'exécution des travaux publics, et combien la Direction de l'hydrauliques et des améliorations agricoles au Ministère de l'Agriculture a eu raison d'organiser méthodiquement, depuis 1905, les recherches de ce genre dans un but d'ordre essentiellement pratique.

Elles permettront désormais de prévoir et d'éviter bien des glissements, affaissements, écroulements de ponts, canaux, routes, tunnels, viaducs, voies ferrées, etc.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Détermination nouvelle de la constante newtonienne.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Bouty.

Dans une précédente Note ([1]), j'ai montré qu'une balance de torsion de haute sensibilité a sa position d'équilibre azimutal sensible à des variations

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1161.

de la verticale de l'ordre du millième de seconde, ce qui introduit dans les mesures une cause d'erreur très appréciable.

Pour l'éliminer, j'ai essayé d'intercaler des suspensions à la cardan aux deux extrémités du fil de torsion, de façon à supprimer toute flexion du fil.

Dans ces conditions, j'ai fait avec l'appareil de gravitation précédemment décrit (¹) une série de déterminations de la constante newtonienne, dont les résultats sont indiqués ci-dessous :

Couple de torsion du fil	$194^{\text{ergs}},143 \pm 0,01$	
Période d'oscillation	$827^{\text{s}},43$	
Distance du centre des sphères mobiles aux axes des cylindres attirants	$10^{\text{cm}},701 \pm 0,01$	
Distance entre les surfaces extérieures de ces corps.	$0^{\text{cm}},491$	
Masses attirantes	19184^{g}	
Masses attirées	$2443^{\text{g}},63$	
Longueur du bras de levier	$45^{\text{cm}},70$	
Distance des axes des cylindres attirants	$45^{\text{cm}},65$	
		Valeurs extrêmes.
Déviation obtenue, moyenne de 18 déterminations.	$70^{\text{mm}},100.$	69,334 ; 71,584
Déviation angulaire correspondante	$1202'',4 \pm 0'',3$	
Valeur déduite pour la constante newtonienne...	$K = 6,674 \times 10^{-8}$	

La précision réalisée dans les mesures de toutes les constantes qui interviennent dans le calcul de K semblerait comporter une approximation voisine du dix-millième.

En réalité il n'en est rien. L'emploi des cardans diminue bien l'effet des changements de la verticale, mais il ne le supprime pas complètement, parce que les cardans ne peuvent être absolument parfaites.

Il faudrait, en effet, qu'elles réalisassent les deux conditions suivantes : 1° osciller autour de deux arêtes rectilignes sans épaisseur ; 2° être disposées de façon que le fil de suspension qu'elles supportent passe exactement par la ligne qui joint les intersections des arêtes de chaque cardan.

Alors seulement la flexion du fil serait nulle. Mais, comme ces conditions ne peuvent être qu'approximativement réalisées, il subsiste une légère flexion du fil. Par suite, la position d'équilibre azimutal de la balance de torsion obéira encore aux variations de la verticale.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 653 et 713.

On sait, d'ailleurs, que ces variations ont les périodes les plus diverses, de quelques minutes à plusieurs jours. Elles introduisent, dans les mesures de gravitation, une double cause d'erreur.

En premier lieu, les variations de la verticale dont la période sera comparable à celle de l'oscillation de la balance de torsion fausseront la valeur des déviations observées, et il est facile de voir, en se reportant au calcul publié dans ma précédente Note [1], que l'erreur ainsi introduite sera facilement de l'ordre du millième. Voici, par exemple, dix-huit observations faites à raison d'une par jour :

Nos.	Position d'équilibre initiale.	Déviation.	Période d'oscillation.	Nos.	Position d'équilibre initiale.	Déviation.	Période d'oscillation.
		mm	sec			mm	sec
1.....	293,40	81,67	827,46	10....	293,47	81,95	827,30
2.....	293,17	82,55	827,35	11....	291,92	81,90	827,41
3.....	293,50	81,80	825,48	12....	292,20	82,25	827,61
4.....	295,87	81,55	826,00	13. ..	292,95	82,72	826,96
5.....	298,57	81,50	825,22	14....	292,15	82,75	828,10
6.....	299,30	81,82	825,35	15....	288,35	82,20	828,71
7.....	298,17	82,15	826,27	16....	288,62	83,45	828,80
8.....	292,40	81,77	»	17....	289,60	83,35	828,81
9.....	293,52	81,85	827,50	18....	289,15	83,75	»

L'examen des chiffres des déviations montre bien qu'il y a une cause d'erreur systématique, et il n'est pas absolument légitime de considérer la moyenne des nombres obtenus comme entachée seulement de l'erreur calculée d'après le nombre des observations.

D'autre part, on voit des variations du même ordre de grandeur dans les mesures de période. Or ces mesures servent au calcul du couple de torsion. Ce qui doit intervenir dans le calcul complet, c'est le couple de torsion correspondant à une mesure donnée. Il y a donc là une seconde cause d'erreur, en sorte que je ne crois pas que la valeur de K indiquée plus haut soit approchée à plus du millième.

Pour obtenir une approximation plus grande, il faudrait pouvoir *trier* les observations faites à des moments où la verticale a une position identique. A cet effet, j'ai installé, à côté de la balance de torsion, une autre balance qui sert de microséismographe. L'observation simultanée des deux appareils permettra d'opérer le triage des mesures.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1161.

MÉTÉOROLOGIE. — *Quelques remarques sur les températures d'été dans diverses parties de l'Europe.* Note (¹) de M. **H. Hildebrand Hildebrandsson**, présentée par M. H. Deslandres.

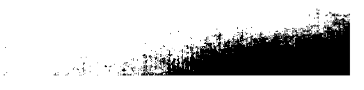
Dans ma Note *Sur la compensation entre les types de saisons dans certaines régions de la Terre*, présentée à l'Académie le 7 juin 1909, j'ai prouvé qu'il faut probablement chercher la cause des différentes variations de l'identité des centres d'action et des différents types des saisons, dans l'état thermique de la mer polaire. La température de la mer entre la Norvège et l'Islande, plus ou moins basse, détermine la température de toute la partie nord-ouest de l'Europe en automne et en hiver. Mais nous avons trouvé que, pendant ces saisons, il y a une opposition dans les types de temps entre la mer d'Islande et la Sibérie et la partie méridionale de l'Europe.

Au printemps, la branche du courant polaire, passant à la fin de l'hiver au nord-est de l'Islande, continue vers le sud-est à Thorshavn et jusque dans la mer du Nord, amenant une température plus ou moins basse et en conséquence une pression plus ou moins haute sur cette partie de la mer. Nous avons vu que cette distribution de la pression amène des vents du Nord plus ou moins froids sur le nord de l'Europe jusqu'en Hongrie, et détermine ainsi le type de temps de printemps (avril-juin) de l'Europe. Mais l'opposition ordinaire entre la mer d'Islande et la Sibérie persiste encore. Nous avons trouvé que l'allure de la courbe des températures en Sibérie (Barnaul) est l'inverse de celle de l'Europe.

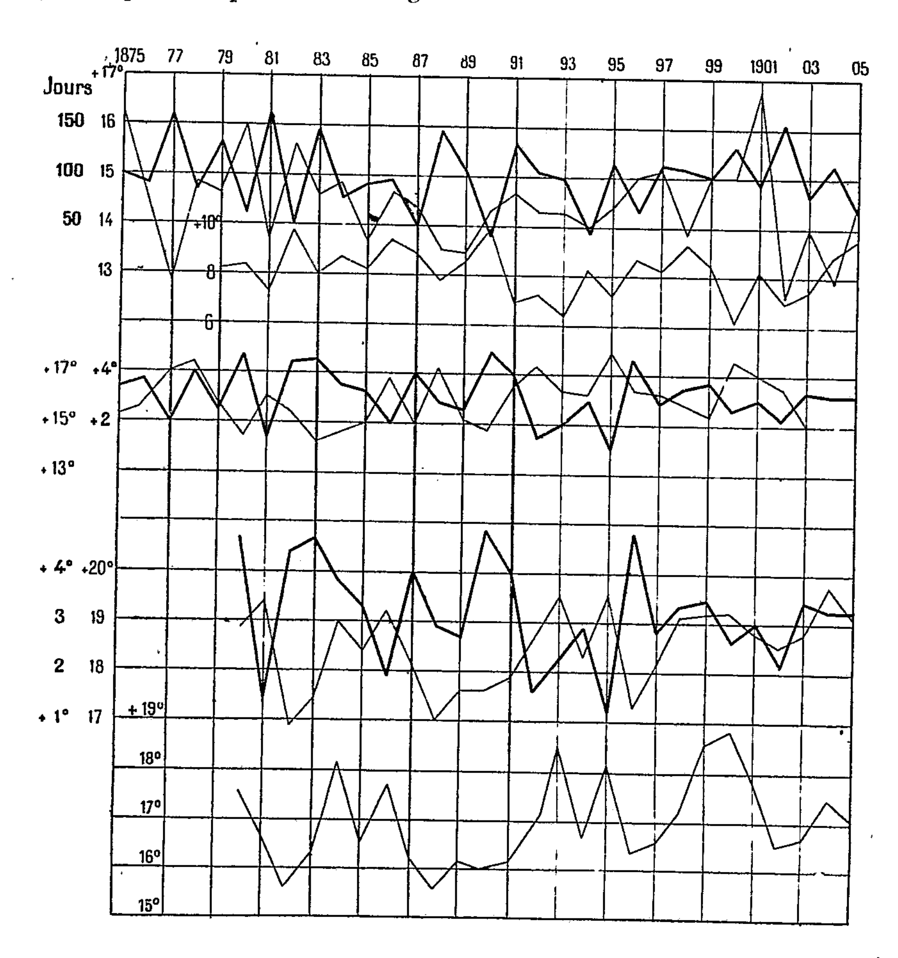
Quant à l'été (juillet-septembre) nous n'avions pas trouvé une relation bien nette entre les températures *simultanées* de la mer d'Islande et le nord de l'Europe. En continuant mes recherches, je viens de trouver (chose inattendue) que la température d'été en Scandinavie et dans toute la région Baltique depuis le cap Nord jusqu'à Hambourg et Hannover est déterminée non par la température *simultanée* de la mer d'Islande, mais par la température de cette mer pendant *l'hiver précédent*. Or, le refroidissement hivernal plus ou moins grand du nord de l'Europe amène une température d'été correspondante.

Pour ce refroidissement hivernal, j'ai trouvé une bonne mesure dans le nombre de jours auxquels le sol a été couvert de neige à Upsala. Plus au

(¹) Présentée dans la séance du 11 octobre 1909.



Nord, le sol est presque toujours couvert de neige en hiver et, plus au Sud, presque toujours dépourvu de neige.



En comparant les courbes nos 1 et 4, on voit qu'elles sont presque symétriquement opposées. Par conséquent, une basse température à Thorshavn en janvier et février cause un grand nombre de jours avec le sol couvert de glace à Upsala et *vice versa*. On voit que les courbes nos 2 et 3 vont en concordance avec le n° 4 et en opposition avec le n° 1, c'est-à-dire, à peu d'exception près, que la température de toute la région baltique et des environs du cap Nord, *en été*, est en concordance avec la température de *l'hiver précédent* à Thorshavn. La recherche détaillée a fait voir cependant qu'il y a une exception pour les stations des côtes ouest maritimes de la Norvège et du Danemark. Des stations comme Skudesnes et Herning ont

une température d'été qui est déterminée par la température simultanée à Thorshavn.

Mais même en été l'opposition entre le nord de l'Europe et la Sibérie persiste encore. En effet, les courbes n°s 4 et 5 font voir que la température *d'été à Barnaul* est en *opposition* avec la température *de l'hiver précédent* à Thorshavn.

De même les courbes n°s 6 et 7 (en échelle plus grande) font voir que la même *opposition existe entre la température d'été à Lyon, dans le centre de la France, et la température de l'hiver précédent à Thorshavn.*

Nous avons tiré les courbes correspondantes pour Marseille, Montpellier, Madrid et San Fernando et trouvé qu'elles ont toutes la même allure que celle de Lyon.

Évidemment cela ne suffit pas pour une prévision exacte à longue échéance, mais il semble qu'on est sur la bonne route. En tout cas, il est intéressant qu'on puisse avoir une idée *approximative* de la température de l'été prochain en Scandinavie, en France ou en Sibérie (c'est-à-dire aux trois centres d'action de M. Teisserenc de Bort), en connaissant la température à Thorshavn ou bien le nombre de jours avec le sol couvert de neige à Upsala pendant l'hiver précédent.

Il est évident qu'il y a, entre les trois régions considérées, des bandes larges intermédiaires. Ainsi, la courbe de Greenwich d'un côté et celles d'Archangel et de Moscou de l'autre appartiennent tantôt à l'un tantôt à l'autre système.

M. F. **Landolph** adresse une Note intitulée : *Sur la pluralité du glucose dans les urines et sur la relation qui existe entre les organes affectés et la qualité du sucre éliminé.*

M. **Hanin** adresse une Note intitulée : *Théorie d'aviation par actions intermittentes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 OCTOBRE 1909 (*suite*).

Observatorium Batavia, Java. Erdbeben Bericht, Juni-Juli 1909. 4 feuilles dactylographiées.

Publikationen für internationale Erdmessung. Astronomisch-geodätischen Arbeiten der k. u. k. militärgeographischen Institutes in Wien. Bd. XXII. *Astronomische Arbeiten,* herausgegeb. v. k. u. k. militärgeographischen Institute. Budapest, 1908; 1 vol. in-4°.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologia Indica; series XV, t. VI, Memoir n° 1 : *Lower Triassic Cephalopoda from Spiti, Malla Johar, and Byans,* by the late A. VON KRAFFT and CARL DIENER. New series, t. II, Memoir n° 5 : *The Devonian Faunas of the Northern Shan States,* by F.-R. COWPER REED. Calcutta, 1908-1909; 2 vol. in-4°.

Records of the geological Survey of India; t. XXXVII, part 4. Calcutta, 1909; 1 fasc. in-4°.

Commissão geographica e geologica do Estado de S. Paulo. Un exemplar da folha topographica denominada *S. Bento.* 1 feuille in-plano.

Annales du Musée du Congo belge. Zoologie : 3e série, section II, t. I, fasc. 2. *Catalogue de la Faune entomologique du Congo belge. Coleoptera, fam. Buprestidæ,* par CH. KERREMANS. — *Botanique :* 2e série, *Contributions à la Flore du Congo,* t. I, par EM. DE WILDEMAN et TH. DURAND. *Tables.* Bruxelles, 1909; 2 fasc. in-f°.

Serumtherapia anti-ophidica. Memoria apresentada ao 4° Congresso latino-americano pello Dr VITAL BRAZIL. S. Paulo, 1909; 1 fasc. in-8°.

Official register of the officers and cadets of the United States military Academy. New-York, 1909; 1 fasc. in-8°.

Almanaque náutico para el año 1911, *calculado de orden de la Superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando, para el meridiano de Greenwich.* San Fernando, 1909; 1 vol. in-4°.

Raccolta Vinciana, presso l'Archivio storico del comune di Milano; fasc. 5, 1908-1909. Milan, 1909; 1 fasc. in-8°.

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. Jahrgang XLII, 1909, n° 13. Berlin, 1909; 1 vol. in-8°.

Ohio State University Bulletin; t. XIII, n° 16 : *Thirty-eighth Report of the board of trustees to the Governor, for the year ending june* 30, 1908; n° 22 : *Catalogue.* Columbus, 1909; 2 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 OCTOBRE 1909.

Le délégué de la République française à Monsieur le Gouverneur de l'État de New-York, à Monsieur le Maire et à Messieurs les Membres de la Commission Hudson-Fulton. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Darboux.)

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, *Prince souverain de Monaco,* publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD; fasc. XXXIV : *Echinodermes provenant des campagnes du yacht « Princesse-Alice » (Astéries, Ophiures, Echinides et Crinoïdes),* par R. KŒHLER, avec 32 planches. Imprimerie de Monaco, 1909. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

La loi des aires dans le mouvement avec liaisons, par HATON DE LA GOUPILLIÈRE. (Extr. du *Jornal de Sciencias mathematicas, physicas et naturales,* 2e série, t. VII, n° XXVIII.) Lisbonne, Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Observatoire de Madagascar. Observations météorologiques faites à Tananarive, par le R. P. E. COLIN; t. VI (1894), VII (1895), XI (1899), XII (1900), XIII (1901), XIV (1902), XV (1903). Toulouse, imp. Antonin Montlauzeur, 1900; 7 vol. in-8°. (Hommage du R. P. E. Colin.)

Théorie des moteurs thermiques, par E. JOUGUET, avec 117 figures dans le texte. Paris, Octave Doin et fils, 1909; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Le machinisme, son rôle dans la vie quotidienne; 12 conférences par MAX DE NANSOUTY, 28 planches hors texte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Alfred Picard.)

Origine de la gamme, par M. GANDILLOT. Paris, imp. L.-M. Fortin et Cie, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La grande envergure et ses rapports avec la taille chez les criminels, par le Dr CHARLES PERRIER, avec 20 portraits à la plume et 8 autographes. Lyon, A. Rey et Cie, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Associación española para el progreso de las Ciencias. Congreso de Zaragoza. Memorias presentadas por D. ZOEL GARCIA DE GALDEANO. Madrid, imp. Eduardo Arias [1908]; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Tratado elementar de Electricitade, por CARLOS AUGUSTO MORAES DE ALMEIDA; t. I. Lisbonne, 1909; 1 vol. in-8°.

Les applications directes et indirectes de l'électricité à la Médecine et à la Chirurgie, par VIRGILIO MACHADO. Lisbonne, 1908; 1 fasc. in-f°.

Aéroplane, système ALEXIS ROGESTVENSKI, avec gravures dans le texte et 4 planches hors texte. Moscou, 1909; 1 fasc. in-8°.

Grundzüge einer Physik des Weltraumes als Grundlagen einheitlicher physikalisch-chemischer Werte und neuer experimenteller Fragestellungen, von C. BECKENHAUPT. Rockenhausen, imp. L. Blaufus et fils, 1909; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 OCTOBRE 1909.

Annuaire pour l'an 1910, *publié par le Bureau des Longitudes, avec des Notices scientifiques*. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté en hommage par M. Poincaré.)

Les Pénéides et Sténopides, par ALPHONSE MILNE-EDWARDS et E.-L. BOUVIER. (*Memoirs of the Museum of comparative Zoölogy at Harward College;* t. XXVII, n° 3. Reports on the results of dredging under the supervision of Alexander Agassiz, in the gulf of Mexico (1877-1878) in the Caribbean Sea (1878-1879), and along the Atlantic coast of the United States (1880), by the U. S. Coast Survey steamer *Blake;* XLIV.) Cambridge, U. S. A., 1909; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. Bouvier.)

Résistance d'un tube cylindrique de longueur infinie, fermé à ses deux extrémites et rempli d'eau sous pression ou immergé dans l'eau, les génératrices étant horizontales et la section transversale ayant un axe de symétrie vertical, par M. SIMONOT. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bertin. Renvoi à la Commission du prix de la Marine, pour l'année 1910.)

La Géologie générale, par STANISLAS MEUNIER; 2e édition, revue, corrigée et augmentée, avec 34 gravures dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur et de l'éditeur.)

Les Mathématiques au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, Lille. 1909. Paris, Gauthier-Villars; Genève, Georg et Cie; 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Ernest Lebon.)

Plan présenté à la Société philomathique, par ERNEST LEBON, de son opuscule intitulé : *Savants du jour : Henri Poincaré, biographie, bibliographie analytique des écrits.* Paris, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société de secours des Amis des Sciences. Compte rendu du cinquante-deuxième exercice; 46e séance publique annuelle tenue le 8 *juin* 1909 *au Cercle de la Librairie.* Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°.

Untersuchungen über den Hummer, mit besonderer Berücksichtigung seines Auftretens an den norwegischen Küsten, von Dr A. APPELLÖF. Bergen, 1909; 1 fasc. in-4°.

Report on norwegian fishery and marine investigations; t. II, parts I, II, edited by JOHAN HJORT. Bergen, 1909; 2 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Samedi on a rendu les derniers devoirs à une femme qui pendant la guerre franco-allemande a accompli des actes vraiment héroïques. Receveuse de la poste dans une commune de la région envahie, elle a arrêté les dépêches de l'armée ennemie et informé les autorités militaires françaises. Mlle Dodu avait été honorée par les dernières volontés de notre éminent confrère le baron Larrey. De son vivant elle a fondé un prix que nous décernons chaque année, le prix Larrey.

Les grands corps de l'État étaient représentés à ses funérailles. Votre président y a apporté l'expression de votre admiration et de votre reconnaissance.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie les *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1908 *au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphures de fer.* Note de MM. **Le Chatelier** et **S. Wologdine**.

L'étude précise des combinaisons binaires des métaux présente aujourd'hui une grande importance pour les progrès de la Chimie minérale. Les rapports de combinaisons sont certainement soumis à des lois précises. Celle des rap-

ports simples est connue depuis l'origine même de la science chimique, mais tous les rapports simples, possibles d'après cette loi, ne se rencontrent pas dans les composés existant réellement; d'autres relations doivent limiter le nombre des rapports arithmétiques admissibles.

La règle des valences joue précisément ce rôle limitatif pour les composés du carbone. On avait cru un moment pouvoir l'appliquer à tous les corps simples; il n'en est rien. Les métaux donnent certainement des combinaisons compatibles avec cette loi, mais ils en donnent aussi un certain nombre absolument incompatibles avec elle, tels les sous-oxydes des métaux alcalins, étudiés d'une façon si précise par M. Rengade.

Il semble facile, à première vue, de rechercher les relations valables pour les différents corps simples, en dressant des Tableaux complets de toutes leurs combinaisons et les comparant entre eux. Malheureusement, une bonne moitié des composés minéraux aujourd'hui décrits n'ont jamais existé que dans l'imagination de leurs auteurs; leur présence masque nécessairement toute loi. Trop souvent, on a analysé des précipités informes ou des masses fondues, sans vérifier au préalable leur homogénéité, puis on leur a donné de belles formules qui leur ont créé un droit à l'existence. Il faut aujourd'hui reviser tous les anciens travaux; rien ne peut être considéré comme définitif, en dehors des corps solubles et cristallisables.

Nous nous sommes proposé de faire cette revision pour une famille de composés, particulièrement intéressante au point de vue métallurgique : les phosphures de fer.

Les phosphures de fer décrits aujourd'hui sont au nombre de neuf, en en laissant encore de côté une demi-douzaine, dont l'existence est appuyée sur des bases trop fragiles pour mériter même une mention; ce sont les suivants :

$$Fe^6P,\quad Fe^4P,\quad Fe^3P,\quad Fe^5P^2,\quad Fe^2P,\quad Fe^4P^3,\quad FeP,\quad Fe^3P^4,\quad Fe^2P^3.$$

Les composés Fe^6P et Fe^4P n'existent certainement pas. On obtient sans difficulté des masses fondues de cette composition, mais l'examen métallographique montre immédiatement leur hétérogénéité. L'alliage est composé de cristallites de Fe^3P enveloppé par un eutectique plus riche en fer. Ces résultats sont absolument conformes à ceux que Stead avait obtenus antérieurement.

1° Fe^3P. — Ce phosphure, isolé par Stead des fontes phosphoreuses au moyen d'une attaque par un acide faible, peut être obtenu par d'autres procédés; nous l'avons préparé en chauffant dans un tube à essai un mélange

de 9 parties de fer réduit et 1 partie de phosphore. La réaction se produit avec incandescence. La masse est pulvérisée et séparée par l'aimant en deux parties : la plus magnétique présente exactement la composition Fe^3P. On l'obtient encore en fondant du cuivre phosphoré avec une quantité suffisante de fer, qui doit être déterminée par quelques tâtonnements. On trouve après refroidissement deux couches métalliques superposées : la couche supérieure est Fe^3P, presque pur; en broyant la masse et la soumettant à l'action de l'aimant, on enlève quelques parties non magnétiques. Voici les résultats des analyses des matières préparées par l'un ou l'autre de ces deux procédés :

	Première expérience.	Deuxième expérience.	Troisième expérience.	Calcul.
Fer	83,37	83,83	83,67	84,42
Phosphore	16,40	16,40	16,28	15,58
Total	99,77	100,23	99,95	100,00

Les propriétés physiques de ce composé sont les suivantes : densité 6,74, point de transformation magnétique 445°-435°. A la température ordinaire, sa perméabilité est à peu près le tiers de celle du fer pur. Son point de fusion, déterminé antérieurement par Saklatwalla, est de 1110°.

La dissolution de ce composé dans l'acide chlorhydrique donne, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, de l'hydrogène absolument pur. La totalité du phosphore reste dans la liqueur à l'état d'acide phosphorique

$$Fe^3P + 6HCl + 4H^2O = 3FeCl^2 + PO^4H^3 + 11H.$$

En résumé l'existence de ce corps, en tant que combinaison définie, est absolument certaine, comme le prouvent :

a. Son invariabilité de composition par trois procédés différents de préparation;

b. L'existence d'un point unique de transformation magnétique distinct à la fois de celui du fer et de celui du phosphure Fe^2P;

c. L'existence d'un maximum dans la courbe de fusibilité, ce qui est le caractère normal des combinaisons définies;

d. Son insolubilité dans les acides étendus, ce qui écarte la présence de fer libre et sa solubilité complète dans les acides concentrés, ce qui écarte la présence du phosphure Fe^2P.

Il subsiste cependant encore un doute sur le point suivant : peut-être ce phosphure peut-il former avec le suivant une solution solide, comme le fer pur le fait avec Fe^3P. On est conduit à cette hypothèse par l'absence du

magma eutectique dans les alliages fondus intermédiaires entre Fe^3P et Fe^2P; elle donnerait également l'explication du léger excès de phosphore trouvé dans les analyses citées plus haut, bien que la cause plus vraisemblable de cet écart soit l'insuffisance de la séparation magnétique, qui a laissé un peu de Fe^2P.

Le phosphure Fe^5P^2, décrit par Boblique, n'existe pas; les fontes obtenues par son procédé montrent, à l'examen métallographique, la présence simultanée de deux phosphures Fe^3P et Fe^2P.

2° Fe^2P. — Ce phosphure est un composé défini absolument net, celui de toutes les combinaisons du fer et du phosphore pour lequel il peut y avoir le moins d'hésitation. On l'obtient à l'état de pureté, sans aucune difficulté, en suivant la méthode indiquée par M. Maroneau, consistant à fondre du phosphure de cuivre en excès avec une quantité de fer insuffisante pour prendre tout le phosphore. La dissolution du culot dans l'acide azotique laisse de belles aiguilles cristallines, d'apparence hexagonale, dont la composition correspond bien, comme nous l'avons vérifié, à celle indiquée par M. Maroneau. Nous l'avons obtenu également par d'autres procédés, par exemple en séparant par l'aimant les parties non magnétiques des préparations ayant servi à obtenir Fe^3P. Dans certains cas, la réduction aluminothermique des phosphates de fer a donné des culots absolument homogènes à l'examen métallographique, présentant la composition de Fe^2P. Voici l'analyse des parties non magnétiques obtenues dans la réaction du phosphore sur le fer divisé :

	Expérience.	Calcul.
Fer	78,20	78,32
Phosphore	21,79	21,68
Total	99,99	100,00

Ce corps présente une densité de 6,56. Son coefficient d'aimantation est environ 50 fois moindre que celui de Fe^3P, son point de transformation magnétique est à 80°, enfin son point de fusion, déterminé par Saklatwalla, est de 1290°, c'est-à-dire beaucoup plus élevé que celui de Fe^3P. Il est inattaquable par les acides concentrés et chauds, mais il est soluble dans l'eau régale bouillante.

L'existence de ce corps en tant que combinaison définie est prouvée par :

a. L'invariabilité de sa composition avec les procédés de préparation les plus variés utilisant soit des différences de propriétés magnétiques, soit l'action inégale des acides.

b. L'existence d'un point unique de transformation magnétique.

c. L'existence d'un maximum dans la courbe de fusibilité.

d. Son insolubilité dans les acides concentrés, qui exclut la présence de Fe^3P. Il n'y a pas cependant de caractères chimiques distinguant ce composé des suivants, plus riches en phosphore; mais ces derniers ne sont pas stables dans les conditions de température où se prépare Fe^2P.

Le composé Fe^4P^3 signalé par M. Granger n'a pu être reproduit. En suivant le procédé indiqué pour l'obtenir, nous avons toujours obtenu des matières bien plus riches en phosphore.

3° FeP. — Le composé FeP, signalé déjà par différents auteurs, paraît bien exister réellement. Nous l'avons obtenu en faisant passer au rouge de la vapeur de phosphore sur le composé Fe^2P finement pulvérisé. La matière augmente considérablement de poids. En pulvérisant de nouveau le produit obtenu et recommençant de nouveau le passage de la vapeur de phosphore, la matière tend vers un poids fixe correspondant précisément à la fixation d'une quantité de phosphore égale à celle qui existait déjà dans la matière mise en expérience.

Voici les résultats d'une expérience :

Poids initial de Fe^2P	0,3605
Après un premier passage de Ph	0,4249
Après un deuxième passage de Ph	0,4448

Le Tableau suivant donne la composition calculée d'après cette augmentation de poids, la composition obtenue par analyse et enfin la composition correspondante à FeP :

	Augmentation de poids.	Analyse.	Calcul.
Fer.................	64,3	64,8	64,36
Phosphore..........	35,7	34,8	35,64

Ce composé est 1 fois et demie plus magnétique que le phosphure Fe^2P. Sa densité est égale à 5,76, son point de transformation magnétique est à 48°.

Ce corps est caractérisé comme composé défini par son point de transformation magnétique et l'invariabilité de sa composition après l'action répétée de la vapeur de phosphore. Les preuves de son existence sont cependant moins précises que pour les deux phosphures précédents.

Le composé Fe^3P^4 signalé par Rose et par Freese n'a pu être reproduit.

4° Fe^2P^3. — M. Granger a annoncé avoir préparé ce corps par l'action

du phosphore sur les chlorures de fer. Nous l'avons obtenu en faisant réagir le biiodure de phosphore entraîné par un courant d'hydrogène sur le fer réduit de l'oxalate, c'est-à-dire par un procédé tout à fait semblable à celui que M. Granger avait indiqué pour la préparation de Fe^4P^3. On trouve après l'opération, dans la nacelle, une masse plus ou moins compacte, de densité et de composition assez variable, et, sur les bords de la nacelle, des cristaux d'une couleur gris d'acier, non attirables à l'aimant. Leur densité est assez constante et égale à 4,5; leur composition chimique est également régulière : trois échantillons ont donné 54 pour 100 de fer et la formule Fe^2P^3 exige 54,63.

Le magnétisme de ces cristaux est très faible, 75 fois moindre que celui du composé FeP; il est seulement 30 fois plus grand en valeur absolue que celui de l'eau distillée. Nous avons cherché si, aux basses températures, il n'existerait pas un point de transformation magnétique au-dessous duquel il deviendrait comparable aux phosphures précédents. Nous ne l'avons pas trouvé; nous avons seulement constaté que son magnétisme croissait légèrement par l'abaissement de la température et devenait trois fois plus grand vers — 50° qu'à la température ordinaire.

Ces caractères magnétiques permettent d'affirmer l'existence d'un quatrième phosphure et, vraisemblablement, sa composition correspond à Fe^2P^3. Les preuves cependant ne sont pas absolues.

En résumé, sur les neuf phosphures que nous avons étudiés, cinq n'existent pas et quatre existent certainement; mais la composition des deux derniers n'est pas établie d'une façon aussi certaine que celle des deux premiers. Ces quatre phosphures sont

$$Fe^3P, \quad Fe^2P, \quad FeP, \quad Fe^2P^3.$$

M. **Michel Lévy** présente à l'Académie un volume intitulé : « Eduard Suess, *Das Antlitz der Erde;* dritter Band; zweite Hälfte. Schluss des Gesamtwerkes, Wien. » Il s'exprime ainsi qu'il suit :

M. Suess, notre illustre Associé étranger, me prie de présenter à l'Académie des Sciences le dernier fascicule de son grand Ouvrage, *Das Antlitz der Erde*. Je n'aurais pas eu le temps d'analyser même sommairement la fin si remarquable du monument que M. Suess a consacré à la Géologie, si je n'avais recouru à l'obligeance et aux lumières de M. Emm. de Margerie, qui s'occupe précisément en ce moment de la traduction française de ce dernier Volume.

Il renferme dix-huit Chapitres. L'auteur y achève d'abord la description tectonique du globe, en résumant, à propos de chacune des régions qu'il rencontre sur sa route, les principaux travaux publiés depuis 20 ans.

Cette série de Tableaux commence par une étude très neuve sur la pénétration des chaînes asiatiques ou *Altaïdes* en Europe (Chap. X), par la Crimée et la zone *cimmérienne* de Roumanie, les Balkans et les Karpathes; on y suit la trace de ces grands mouvements, sous la forme de cassures linéaires, jusqu'au cœur de l'Europe centrale.

Vient ensuite un aperçu des plis *armoricains* de l'ouest de la France et du sud-ouest des Iles Britanniques; M. Suess, à l'exemple de Marcel Bertrand, en retrouve les prolongements, par Terre-Neuve et les Appalaches (ces *Altaïdes transatlantiques*, comme il les appelle), jusqu'au delà du Mississipi (Chap. XI).

Les *Altaïdes africaines*, dont on doit la découverte, dans le Sahara et au Maroc, aux explorations des géologues français Brives, Chudeau, Flamand, Foureau, Gautier, Gentil, etc., font l'objet d'un troisième Chapitre (XII).

L'analyse de la structure des Alpes et de leurs prolongements, représentant pour M. Suess des Altaïdes *posthumes*, édifiées à l'intérieur d'un cadre préexistant, est développée en 160 pages, dont la lecture excitera le plus vif intérêt. M. Suess y adopte, avec toutes les conséquences qu'elle comporte, la doctrine des grands charriages et des nappes de recouvrement. La Science française et, en particulier, le Service de la Carte géologique peuvent être fiers de la part qui est faite, dans ces trois Chapitres (XIII, XIV, XV), aux travaux de notre confrère, M. Termier, et à ceux de MM. Léon Bertrand, Haug, Kilian, Lugeon, etc., tant sur les chaînes alpines proprement dites que sur les plis de la Provence et les Pyrénées.

Quittant alors l'Europe, l'auteur décrit successivement la *Laurentia* et les archipels situés au nord de l'Amérique (XVI); l'Afrique orientale et ses fractures grandioses, ainsi que les montagnes primaires de la Colonie du Cap, qui rappellent notre chaîne hercynienne (XVII); enfin les longues Cordillères submergées du Pacifique, ou *Océanides* (XVIII).

Une autre série de Chapitres a trait aux guirlandes qui, insulaires dans l'Asie orientale, deviennent continentales en Sibérie (*Anadyrides*) et dans l'ouest de l'Amérique du Nord (*Alaskides*), où M. Suess en poursuit l'amorce jusque dans les Montagnes Rocheuses (XIX, XX); en même temps apparaissent les Andes, dont il fait connaître les transformations et les multiples déviations (Antilles tropicales et Antilles australes) du nord de la Californie jusqu'à la Terre de Graham, sur 110° de latitude.

Les derniers Chapitres sont consacrés à l'examen d'un certain nombre de questions générales : structure des chaînes de montagnes (XXIII), constitution de l'intérieur du globe (XXIV), mode de formation et disposition des volcans (XXV), etc.

Les belles photographies de MM. Lœwy et Puiseux fournissent la matière d'un parallèle fort instructif entre le modelé de la surface terrestre et celui de la Lune (XXVI) : M. Suess discute, à ce propos, les problèmes géogéniques les plus ardus.

Un coup d'œil rapide sur la vie et l'évolution des organismes, où l'originalité des rapprochements le dispute à l'éclat du style, termine cette synthèse magistrale.

Je rappelle que *Das Antlitz der Erde* a commencé à paraître, en allemand, il y a 26 ans (1883), et que l'ensemble du texte ne comprend pas moins de deux mille neuf cent cinquante pages. La traduction française, enrichie de notes et de figures nouvelles, dont l'impression se poursuit depuis 1897, par les soins de M. Emm. de Margerie, est en voie d'achèvement : le dernier Volume, déjà très avancé, de *La face de la Terre* sera publié dans quelques mois.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur quelques propriétés du bacille tuberculeux d'origine bovine, cultivé sur bile de bœuf glycérinée.* Note de MM. **A. Calmette** et **C. Guérin**.

Dans une précédente Note (¹) nous avons indiqué que le bacille tuberculeux d'origine bovine, cultivé sur pomme de terre cuite dans la bile de bœuf glycérinée à 5 pour 100 en présence d'un excès de ce liquide, acquiert, après un seul passage sur un tel milieu, une virulence beaucoup plus grande pour le cobaye que le même bacille cultivé sur pomme de terre glycérinée suivant la technique usuelle.

En ensemençant les cultures par passages successifs sur bile de bœuf, on constate par contre que la virulence décroît peu à peu pour ce même animal. Au *quinzième passage* l'inoculation intrapéritonéale de 1^{mg} de bacilles de culture biliée (pesés à l'état frais) détermine une tuberculose viscérale compatible pendant plus de 5 mois avec les apparences d'une bonne santé, sans amaigrissement. La même inoculation faite sous la peau de la cuisse

(¹) *Comptes rendus*, 28 décembre 1908.

provoque tardivement (du quarantième au cinquantième jour) un léger gonflement du ganglion inguinal correspondant; celui-ci acquiert à peu près le volume d'une lentille et garde sa mobilité, tandis que l'animal continue à demeurer bien portant.

Reporté après chaque culture biliée sur pomme de terre glycérinée ordinaire, le bacille, qui se développait sous la forme d'un enduit luisant épais, de couleur brun clair, reprend aussitôt l'aspect des cultures normales, mais *conserve le degré d'atténuation correspondant à celui qu'il avait acquis sur la culture biliée précédente*.

Cette importante constatation nous a conduits à rechercher les effets de nos cultures de virulence ainsi graduée sur le cheval et sur le bœuf.

Chez le cheval, le bacille du *quinzième passage* sur bile se montre encore très virulent :

Deux chevaux vigoureux, âgés de 15 et 16 ans, reçoivent dans la veine jugulaire chacun 5^{mg} de bacilles biliés du quinzième passage. Ils succombent respectivement les quarante-sixième et soixante-troisième jours avec des lésions énormes de granulie pulmonaire.

Par contre, chez les Bovidés, le bacille bilié a suivi la même marche de virulence décroissante que nous avons observée pour les cobayes. Au deuxième passage, l'inoculation intraveineuse de 5^{mg} provoque une *infection générale d'allure typhique*, *sans lésions folliculaires et non mortelle*. Au dixième passage, une dose de 50^{mg} est nécessaire pour produire les mêmes effets. Au quinzième passage, une dose de 100^{mg} ne produit pas encore constamment une infection mortelle, comme le montrent les deux expériences relatées ci-après :

Deux génisses de 15 mois, indemnes de tuberculose, reçoivent dans la veine jugulaire chacune 100^{mg} *de bacilles biliés du quinzième passage*. Les deux sujets présentent dès le lendemain une température élevée qui se maintient pendant environ 20 jours (moyenne 40°). Pour l'un, la défervescence se produit lentement; il revient à la normale le vingt-cinquième jour. L'autre cesse tout à fait de manger, se cachectise, ne se relève plus; il est abattu *in extremis* le vingt-septième jour. A l'autopsie, on trouve la rate triplée de volume, cependant assez ferme. Les frottis, examinés au microscope, montrent une grande quantité de bacilles tuberculeux, mais il n'y a pas de tubercules visibles, non plus que sur le foie qui paraît indemne. L'examen minutieux du poumon ne décèle *pas trace de lésions folliculaires*.

Cette dose de 100^{mg} en injection intraveineuse avait donc produit, chez

un animal sur deux seulement, une véritable *septicémie* mortelle, *sans formation de tubercules*, alors que 5^{mg} de culture originelle, n'ayant jamais passé par le milieu bilié, ont produit, en injection intraveineuse chez deux Bovidés témoins, une tuberculose granulique généralisée mortelle en 28 et 35 jours.

En avril 1908 nous avons tenté d'immuniser une génisse de 15 mois en lui inoculant par voie veineuse d'abord 5^{mg} de bacilles biliés du quatrième passage. En juillet 1909, 15 mois après le début de l'expérience, elle supportait, sans autre réaction qu'une courte ascension thermique, une dose de 200^{mg} de bacilles du seizième passage, toujours par voie veineuse.

Cet animal, qui avait très bien supporté, du moins en apparence, les inoculations intraveineuses successives d'une masse totale de 380^{mg} de bacilles biliés, succomba inopinément le 4 septembre 1909 en état d'hypothermie. L'autopsie soigneusement effectuée ne permit pas de déceler la moindre lésion tuberculeuse.

Le sérum de cette génisse présentait des propriétés remarquables dont l'étude fera l'objet d'une autre Note. Disons seulement ici que, dès le mois de mars 1909, il s'est montré extrêmement agglutinant.

Des émulsions bacillaires faites au mortier d'agate avec 10^{cg} de bacilles frais pour 100^{g} d'eau salée physiologique étaient agglutinées en 24 heures au taux (qui n'a encore jamais été observé) de $\frac{1}{800}$ pour le bacille *bovin bilié* et de $\frac{1}{70}$ pour les bacilles *bovins* et *aviaires* de culture normale. Les bacilles *humains* et le bacille *équin* utilisé par Vallée dans ses expériences récemment décrites [1] n'étaient pas agglutinés du tout.

En août 1909 (dernière saignée), le bacille *bilié* était agglutiné au taux de $\frac{1}{2000}$; les bacilles *bovin*, *humain* et *équin*, au $\frac{1}{100}$; l'*aviaire* au $\frac{1}{200}$.

A aucun moment le sérum de cet animal n'a contenu d'*anticorps* (*sensibilisatrices*) décelables par la réaction de fixation de Bordet-Gengou. En revanche, il s'est montré activant pour le venin de cobra au début, et cette réaction est devenue négative par la suite.

D'autres Bovidés, actuellement en cours d'immunisation par la même méthode, nous permettront d'étudier plus complètement les diverses propriétés de leurs sérums.

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, sept. 1909.

THERMOCHIMIE. — *Sur les bicarbonates de rubidium et de cæsium.* Note de M. DE FORCRAND.

Kirchhoff et Bunsen (¹) ont décrit très sommairement ces deux composés, et je ne crois pas qu'il en ait été fait une étude détaillée depuis 1862.

On ne peut songer à les obtenir par la méthode qui donne si facilement le bicarbonate de potassium, car leur solubilité dans l'eau est comparable à celle des carbonates neutres. On doit donc (comme le recommandaient déjà Kirchhoff et Bunsen) saturer de gaz carbonique une dissolution déjà très concentrée de carbonate neutre, et faire évaporer à froid la liqueur dans une cloche remplie de gaz carbonique, qu'on renouvelle de temps en temps, en présence d'un puissant déshydratant (P^2O^5 par exemple).

Il se dépose peu à peu de beaux cristaux de ces bicarbonates; celui de rubidium, le plus souvent en gros cristaux prismatiques épais et quelquefois en très longues aiguilles, celui de cæsium en prismes allongés. Dans tous les cas, ils sont clinorhombiques, comme le bicarbonate de potassium.

Ces cristaux sont anhydres, et inaltérables à l'air à froid, ne lui prenant pas d'eau et ne lui abandonnant pas de gaz carbonique.

Ils diffèrent notablement du bicarbonate de potassium par leur solubilité beaucoup plus grande.

Dans l'eau, celle du bicarbonate de potassium est, vers 20°, de 26,31 pour 100, ce qui correspond à la formule : $KHCO^3 + 15{,}63H^2O$, tandis que 100 parties de dissolution saturée contiennent, à la même température, 53,73 parties de bicarbonate de rubidium, et 67,77 parties de bicarbonate de cæsium, ce qui donnerait

$$RbHCO^3 + 7{,}02H^2O$$

et

$$CsHCO^3 + 5{,}13H^2O.$$

Avec l'alcool, les différences sont encore plus grandes, car il ne dissout que des traces ($\frac{1}{1200}$) de bicarbonate de potassium, environ 2 pour 100 de bicarbonate de rubidium, et beaucoup plus de bicarbonate de cæsium.

Soumis à l'action de la chaleur, ces deux derniers bicarbonates sont plus stables que celui de potassium. Jusqu'à 125° ils ne perdent ni eau ni gaz carbonique. Vers 175°, en quelques heures, dans un courant de gaz inerte, ils se changent intégralement en carbonates neutres anhydres, sans qu'il

(¹) *Ann. Chim. phys.*, t. LXIV, 1862, p. 269 et 293.

y ait d'arrêt indiquant la formation de combinaisons entre les carbonates neutres et les bicarbonates, à cette température.

La chaleur de dissolution de ces composés est assez voisine de celle du bicarbonate de potassium :

	Cal
$KHCO^3$	−5,320
$RbHCO^3$	−4,731
$CsHCO^3$	−4,317

à + 15°. Comme il arrive souvent dans cette famille des trois métaux alcalins, les nombres obtenus forment une progression régulière, présentant de l'un à l'autre une différence presque constante (ici $0^{Cal},5$ environ).

Quant aux chaleurs de neutralisation, elles sont remarquablement voisines :

	K.	Rb.	Cs.
CO^2 dissous + M^2O dissous (carbonate neutre)	$+20^{Cal},200$	$+20^{Cal},570$	$+20^{Cal},570$
CO^2 dissous + MOH dissous (bicarbonate)	$+11^{Cal},000$	$+11^{Cal},030$	$+11^{Cal},250$

Il en résulterait, comme chaleur de formation à partir des éléments,

$$C \text{ diam.} + O^3 + M + H = CO^3MH \text{ solide},$$

les nombres suivants :

	Cal
Na	+228,38
K	+231,63
Rb	+231,92
Cs	+232,93

tandis que pour les carbonates neutres,

$$C \text{ diam.} + O^3 + M^2 = CO^3M^2 \text{ solide},$$

on aurait

	Cal
Na^2	+271,97
K^2	+275,37
Rb^2	+274,90
Cs^2	+274,54 (1).

(1) Ces huit résultats sont obtenus en prenant pour bases les nouvelles données de M. Rengade pour la réaction M + Aq. Si l'on partait des anciens nombres, on aurait les deux séries

Cal	Cal	Cal	Cal
+ 228,38	+ 230,62	+ 232,87	+ 236,04
+ 268,95	+ 273,35	+ 276,80	+ 280,76

dans lesquelles les écarts sont beaucoup plus grands et plus réguliers d'un terme à l'autre, et où l'allure exceptionnelle du sodium est beaucoup moins marquée.

Autant qu'on peut raisonner sur des séries de nombres aussi voisins, il semble bien que le sodium a une place à part, l'écart avec le terme suivant étant de plus de 3^{Cal}, tandis qu'il n'est que de 1^{Cal} entre le potassium et le cæsium.

Ce qui frappe surtout, c'est que les analogies habituelles entre les termes de la *triade* K, Rb, Cs deviennent telles ici qu'elles se traduisent par des nombres presque identiques. Pour trouver des différences notables entre les trois carbonates ou les trois bicarbonates, il faut s'adresser aux propriétés physiques (solubilité, etc.) ou encore aux chaleurs de dissolution des sels ou des bases, phénomènes qui donnent des progressions régulières avec des écarts sensibles d'un terme à l'autre.

Mais, lorsqu'on fait entrer même ces dernières données dans les calculs pour obtenir les chaleurs de formation des carbonates ou bicarbonates à *partir des éléments*, les différences de sens contraire se compensent si exactement, que les résultats deviennent presque identiques.

Une remarque du même genre peut d'ailleurs être faite pour la chaleur de formation des bases MOH *à partir des éléments*. On obtiendrait encore des nombres sensiblement identiques :

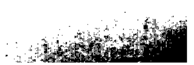
$$+102,76 \qquad +101,99 \qquad +101,03$$

bien que les chaleurs de dissolution des métaux d'une part, et des bases de l'autre (données qui interviennent dans le calcul), soient notablement différentes d'un terme à l'autre de la série.

S. A. S. **Albert Ier, Prince de Monaco**, fait hommage à l'Académie du Tome Ier, fascicule 1, des *Annales de l'Institut océanographique* (*Fondation Albert Ier, Prince de Monaco*), publiées sous la direction de M. le Dr Joubin et M. le Dr J. Richard.

Sir **William Huggins** fait hommage à l'Académie de la collection de ses *Scientific Papers*.

M. **Lortet** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *La faune momifiée de l'ancienne Égypte et recherches anthropologiques*, qu'il a écrit en collaboration avec M. C. Gaillard.



CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Des notations mathématiques : énumération, choix et usage*, par Désiré André;

2° *Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini*, par Otto Blumenthal (présenté par M. Émile Picard);

3° *La respiration de la Terre. L'écorce terrestre, ses mouvements rythmés et ses déformations permanentes*, par Ch. Lallemand;

4° *Précis de Parasitologie*, par J. Guiart (présenté par M. Bouchard);

5° Diverses publications du Bureau central de l'Association internationale de Sismologie, en particulier les *Comptes rendus des séances* de la première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Rome du 16 au 20 octobre 1906, par R. de Kovesligheτy (transmis par M. A. Angot);

6° *Les ferments de la graisse des vins*, par MM. E. Kayser et E. Manceau (présenté par M. Troost).

(Renvoi à la Commission du prix Saintour pour 1910.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Perturbations magnétiques et phénomènes solaires.* Note de M. **J. Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

Le violent orage magnétique du 25 septembre dernier a ramené l'attention sur la dépendance mystérieuse entre ces phénomènes et les taches solaires. Toutefois, depuis que Lord Kelvin, en 1892 (¹), a insisté sur l'énormité de l'énergie en jeu, l'idée d'une action solaire directe a été fortement battue en brèche.

Sans même songer aux découvertes modernes de la physique atomique, qui tendraient à accroître le stock d'énergie solaire admissible, il convient, croyons-nous, de se souvenir des conditions dans lesquelles Lord Kelvin avait obtenu son célèbre résultat. Il supposait expressément l'existence de sortes d'aimants dans le Soleil : une force troublante donnée sur la Terre correspondrait donc à des forces magnétiques solaires

(¹) *Nature*, t. XLVII, p. 106.

variant en raison inverse du cube de la distance et partant formidables au voisinage de l'astre; l'énergie totale dépensée $\frac{1}{8\pi}\int \mu H^2 dv$ (μ perméabilité, H champ, dv élément de volume), l'intégrale étant étendue à tout l'espace, atteignait alors des valeurs elles-mêmes énormes. C'est ainsi qu'en refaisant le calcul Schuster a trouvé, pour l'orage magnétique étudié par Lord Kelvin (¹), une dépense d'énergie de $4,6.10^{35}$ ergs par seconde, de l'ordre de cent fois celle rayonnée dans le même temps par le Soleil sous forme de chaleur.

Mais nous connaissons mieux maintenant les effets magnétiques des charges en mouvement et l'idée de champ magnétique n'est plus inséparable de celle d'aimants ou de courants : une charge e, animée d'une vitesse v, donne en effet, dans une direction faisant avec la vitesse un angle θ, un champ $\frac{ev \sin\theta}{r^2}$, en raison inverse du carré de la distance. Il suffirait alors, pour expliquer nos perturbations magnétiques, de faire appel à des déplacements rectilignes de charges électriques dans le Soleil, sans pour cela se heurter à l'objection de Lord Kelvin qu'on a longtemps crue péremptoire. Reprenons, en effet, le calcul de l'illustre savant anglais en adoptant pour loi de force $\frac{k \sin\theta}{r^2}$ ($k=$ const.) ; on trouve alors que le Soleil a dû rayonner durant l'orage choisi une énergie de 4.10^{31} ergs par seconde, soit à peine la dix-millième partie du chiffre cité précédemment.

Depuis longtemps déjà plusieurs auteurs, et en particulier M. Arrhenius, ont admis l'existence d'ions libres dans l'atmosphère solaire, et la découverte récente d'un effet Zeeman dans les taches, par Hale, est venue apporter à cette idée une précieuse vérification : les champs magnétiques ainsi révélés s'expliquent en effet assez naturellement par des tourbillons (²) de matière chromosphérique entourant les taches. Bien que les mouvements giratoires parfois décelés en lumière $H_\alpha(\lambda 656)$ ne soient pas aussi généraux qu'on l'a cru au premier abord, admettons que les champs des taches sont dus à cette cause.

Cherchons alors combien il faudrait d'électrons par centimètre cube de matière chromosphérique pour rendre compte des 3000 gauss observés

---

(¹) Lord Kelvin ne donnait que le résultat de son calcul. M. Schuster l'a repris dans les *Monthly Notices* de 1905 (t. LXV). Dans l'orage étudié, la force de 5.10^{-4} C.G.S. mettait 25 minutes à s'établir (chiffres moyens).

(²) Pour toute cette question voir la Conférence de M. Hale d'avril 1909, notamment dans le *Journal de Physique* (juillet 1909).

dans une tache où la vitesse des particules a été estimée, parallèlement à la surface, de 100^{km} par seconde.

En partageant le tourbillon en deux régions [1], l'une intérieure où nous supposerons la vitesse proportionnelle à la distance au centre, l'autre extérieure où elle varie au contraire en raison inverse, on trouve comme champ résultant $4\pi nevh$ (h épaisseur de la couche ionisée, n nombre cherché, e charge d'un électron en unités E.M., v vitesse maximum du tourbillon 10^7 centimètres). L'épaisseur de la chromosphère étant prise égale à 8.10 environ, nous arrivons dans le cas cité à

$$n = 0,3.10^7.$$

Ce résultat est parfaitement d'accord avec un calcul analogue de Hale [2] sur l'intensité du courant équivalent et avec les expériences de laboratoire sur les gaz ionisés : H.-A. Wilson a, en effet, observé dans un tube à vide, à une pression de $8^{mm},5$, un courant de $3,4.10^{-4}$ ampère, ce qui correspond, en adoptant 10^4 pour la vitesse des rayons cathodiques, à un nombre d'électrons un peu supérieur à 10^7 par centimètre cube.

Considérons maintenant une masse chromosphérique 10 fois plus grosse que la Terre en diamètre et animée d'une vitesse rectiligne de 300^{km} par seconde : cherchons quel serait sur la Terre le champ perturbateur ainsi engendré.

V étant le volume en jeu, nous aurons, si la vitesse est normale au rayon visuel,

$$H = \frac{Venv}{r^2} = 0,4.10^{-2} \text{ C. G. S.}$$

Ce champ troublerait très notablement nos boussoles.

Le 25 septembre 1909, le champ troublant n'a pas dépassé $2,5.10^{-2}$ C.G.S. Des mouvements de matière chromosphérique, se produisant dans des sens concordants, expliqueraient donc bien les faits, car nous devons remarquer que les vitesses admises ici n'ont rien d'excessif; on a observé 500^{km} et plus.

En temps ordinaire les éruptions sont faibles et les divers champs ainsi produits peuvent se neutraliser en grande partie; il n'y a donc pas de perturbation. On se rend compte d'ailleurs que, si les orages magnétiques sont dus à la cause supposée, il est difficile de les prévoir; nous ne voyons du Soleil qu'une moitié et seules les protubérances du bord sont bien visibles.

---

(1) C'est l'hypothèse généralement faite dans le cas des tourbillons réels; c'est celle admise par M. P. Salet (*Bulletin astronomique*, mars 1909) dans son article sur le champ magnétique solaire.

(2) *Astroph. Journal*, nov. 1908.

ASTRONOMIE. — *Sur un mode de protection de l'argenture des miroirs.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

La protection de l'argenture des miroirs employés en Astronomie contre les agents atmosphériques qui ternissent parfois rapidement la surface du métal a été réalisée, en particulier, à l'aide de gélatine bichromatée, par M. Izarn ([1]). Le procédé que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie paraît très efficace tout en n'altérant pas les qualités réfléchissantes de la surface métallique. Il consiste à revêtir le miroir d'une couche extrêmement mince de celluloïd transparent, formant une protection continue.

Il suffit à cet effet, après avoir parfaitement lavé, séché et poli le miroir, et en avoir enlevé avec beaucoup de soin les poussières, de verser à sa surface une solution étendue de celluloïd dans l'acétate d'amyle. L'opération se fait à la température ordinaire; la solution commerciale, connue sous le nom de vernis Japon, étendue d'environ son volume d'acétate d'amyle, convient très bien. Le miroir placé debout, de manière à laisser écouler l'excès de liquide, est sec en une demi-heure; on doit voir apparaître à sa surface de larges bandes d'interférence fortement colorées (couleurs du troisième ordre) attestant que l'épaisseur du celluloïd bien régulière est d'environ $0^{\mu},5$.

Dans ces conditions les images restent intenses, nettes, et ne présentent pas de diffusion si la couche de celluloïd est mince.

Les résultats obtenus à l'Observatoire de Meudon par l'emploi de ce vernis sont très favorables. Entre autres, un miroir plan de 60^{cm} de diamètre qui, auparavant, devait être réargenté tous les mois en été, a résisté depuis le 25 avril dernier, et il aurait pu être utilisé sans doute plus longtemps si, lors de l'argenture, le lavage avait été fait avec plus de soin.

La couche protectrice étant relativement tendre, il faut se garder de la rayer par l'action d'un corps dur; les poussières qui se déposent à la longue sur la surface doivent être enlevées par un époussetage très léger à l'aide d'un petit balai de plumes.

J'ai tenu, avant de faire connaître ce procédé, à faire subir une épreuve de durée aux premiers miroirs sur lesquels son application a été faite; le résultat en a été, comme on le voit, des plus satisfaisants.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 1314.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles parfaits discontinus à deux dimensions.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Painlevé.

Étant donné un ensemble parfait discontinu E, on sait que deux points quelconques A et B n'appartenant pas à l'ensemble peuvent être joints d'une infinité de façons par des chemins ne rencontrant pas l'ensemble. Il est extrêmement important pour la théorie des fonctions analytiques de savoir comparer la limite inférieure des longueurs de ces chemins à la distance *à vol d'oiseau* des points A et B.

I. On peut se demander d'abord s'il est toujours possible de joindre les points A et B par une courbe dont la tangente, à variation continue, fasse constamment avec la droite AB un angle inférieur à une valeur fixe, inférieure par exemple à 90°. Voici un exemple prouvant qu'il n'en est rien.

Je considère le segment joignant un point C de Ay à un point D' d'ordonnée négative $-d$ et d'abscisse positive. Sur ce segment, je considère une infinité dénombrable et dense de points A_n, d'abscisses a_n, auxquels j'attache des nombres δ_n, tels que $\Sigma\delta_n = d$. Cela étant, je transporte parallèlement à Oy, de la quantité δ_1, le segment A_1D' (la figure formée F_2 se compose de deux segments parallèles); d'une quantité δ_2 parallèlement à Oy, la partie de F_2 d'abscisse supérieure à celle a_2 de A_2 (F_3 se compose de trois segments parallèles entre eux), etc. F_n tend vers un ensemble parfait discontinu E_1 ayant ses extrémités sur Ox, en D, et sur Oy, en C, et n'ayant pas de points au-dessous de Ox moyennant une condition d'inégalité imposée aux δ.

Toute droite à coefficient angulaire nul, positif ou infini et rencontrant CD *rencontre* E_1. Il en est par suite de même pour toute courbe à abscisses et ordonnées simultanément non décroissantes. *Tout cercle ayant son centre sur* E_1 *et auquel* C *et* D *sont extérieurs, rencontre* E_1.

L'ensemble E_1 est situé sur une ligne rectifiable E' qu'on obtient en ajoutant à E la famille des segments Δ_n de longueur δ_n joignant les deux points de E dont l'abscisse est a_n.

E' divise l'angle xAy en deux régions telles qu'*il n'est pas possible, sans rencontrer* E_1, *de passer de l'une dans l'autre par un chemin dont la tangente fasse avec la première bissectrice un angle inférieur à* 45°.

Si j'ajoute bout à bout et dans les deux sens sur la droite indéfinie qui porte CD une infinité de segments égaux à CD, si sur chacun d'eux je

construis un ensemble égal à E_1, si je complète l'ensemble total par symétrie par rapport à Ox, *l'ensemble obtenu (porté par deux lignes rectifiables se coupant en croix) est rencontré par toute droite du plan.* (Cette propriété appartient à certains ensembles non rectifiables définis par M. Zoretti.)

Si je répète indéfiniment sur E_3, dans les deux sens, la translation qui amène O en D ou D en O, si j'ajoute à l'ensemble obtenu celui qu'on trouve en faisant tourner celui-ci de 45° autour de O, l'ensemble E_3 final est tel que *toute courbe dont la tangente varie d'une façon continue et n'oscille pas de plus de 90° le long d'un arc supérieur à une certaine constante k, rencontre* E_4. E_4 est situé sur deux réseaux de pseudo-parallélogrammes à côtés rectifiables.

Si je complète E_1 par ses symétriques relativement aux axes de OD, ce qui me donne E_5, si je considère un ensemble parfait e situé sur un segment PQ; si, sur $P_n Q_n$, $n^{\text{ième}}$ intervalle contigu à e, je construis un ensemble e_n semblable à E_5, $P_n Q_n$ étant homologue de OD, l'ensemble total η égal à $e + \sum e_n$ est tel qu'*il est impossible de joindre un point de* $P_n Q_n$ *à un point de* $P^0_{n'} Q_{n'}$ *par un chemin dont la projection sur* PQ *aille toujours dans le même sens.* La longueur de η est finie.

Le contour du pseudo-triangle COD est *une ligne fermée, au sens de Cantor, rectifiable, dont l'intérieur est toujours situé vers les x positifs, sauf en un ensemble parfait discontinu de points* (où l'intérieur est des deux côtés ou d'aucun).

On voit à quelles difficultés on se heurte dès qu'on cherche des propriétés générales aux chemins AB qui évitent un ensemble parfait. Ces difficultés s'accroissent si l'aire de l'ensemble n'est pas nulle.

II. Soit E_6 l'ensemble parfait formé par les points qui se projettent sur Ox et sur Oy suivant deux ensembles e, e' que nous définirons ainsi (les propriétés de E_6 appartiennent à des ensembles très généraux) : e s'obtient en retranchant d'un segment $\alpha\beta$ égal à 1 le segment concentrique égal à k; de chacun des segments séparés ainsi, les segments concentriques égaux à k^2; ..., à la $n^{\text{ième}}$ opération, des segments conservés à la $(n-1)^{\text{ième}}$ les segments concentriques égaux à k^n, etc. L'ensemble e' se définit de même, mais est porté par $\alpha'\beta'$. Si l'on appelle *rectangle contigu* à E_6 un rectangle parallèle aux axes, dont deux des côtés se projettent suivant $\alpha'\beta'$, deux autres suivant un intervalle contigu à e, les rôles de e et de e' pouvant s'échanger :

1° *Toute droite qui rencontre l'un des côtés du carré minimum* Γ *conte-*

nant E_6 *et qui ne traverse pas* Γ *en restant dans un même rectangle contigu à* E_6, *rencontre* E_6 *suivant un ensemble de longueur non nulle.*

2° Mêmement pour *tout cercle ayant pour centre un point* M *de* E_6 *et rencontrant* Γ.

3° Mêmement pour *toute courbe fermée homothétique à une courbe à tangente variant continûment, le centre d'homothétie étant* M, *ceci du moins à partir d'une valeur assez petite du rapport d'homothétie.*

En complétant E_6 par des ensembles semblables à lui, orientés à 45° relativement à E_6, symétriques par rapport à une diagonale de Γ et portés par les intervalles contigus à la partie de E_6 située sur cette diagonale, la proposition 1° appartient à toute droite rencontrant un côté de Γ. En complétant par carrelage du plan, on a un ensemble tel que *tout segment rectiligne de longueur supérieure à l'unité le rencontre en un ensemble de longueur non nulle.*

III. M étant un point quelconque de l'ensemble E, soient A et B deux points extérieurs à l'ensemble. Désignons par $1 + \alpha(A, B)$ le minimum du rapport du chemin AB au segment AB, quand ce chemin extérieur à l'ensemble prend toutes les positions possibles joignant A et B. Soit $\alpha(M)$ *la plus grande des limites* de $\alpha(A, B)$, quand A et B tendent vers M indépendamment; $\alpha(M)$ sera appelé la *sinuosité* de l'ensemble E au point M.

La sinuosité de E_6 *est en chaque point égale à* $\sqrt{2} - 1$.

La sinuosité d'un ensemble de longueur finie est nulle.

Je suis convaincu que *la sinuosité d'un ensemble d'aire nulle est nulle.* Il est facile de montrer que, en un point M de l'ensemble, *cette sinuosité ne peut être que zéro ou l'infini.* Mais la démonstration que ce nombre est zéro a résisté à mes efforts.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (septième campagne).* Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

La poursuite de nos triangulations de détail avait été interrompue pour faire place, pendant l'année 1907 et une partie de l'année 1908, aux opérations nécessitées par l'établissement de notre chaîne de précision de Savoie (voir *Comptes rendus*, 7 octobre 1907 et 28 septembre 1908). Celles-ci terminées, l'enchaînement naturel du programme que nous nous étions imposé appelait l'extension de nos réseaux trigonométriques complémentaires, pré-

cisément dans les mailles méridionales de cette grande chaîne et dans celles de notre réseau primaire de Haute-Maurienne. Par la deuxième partie de la campagne 1908 et par la totalité de la campagne 1909 qui vient de se terminer et qui a duré du 8 juillet au 3 octobre, nous avons étendu notre réseau de détail sur toute la région tributaire de l'Arc, depuis les massifs de la frontière italienne jusqu'à une ligne idéale joignant le Pic du Frêne au Cheval Noir et aux crêtes de Longe-Chat.

Nous avons été ainsi amené à stationner, pour la seconde fois, une série des sommets de notre chaîne de Savoie et aussi de notre réseau primaire de Haute-Maurienne. C'est ainsi que, d'une part, le mont Brequin, le Cheval Noir et la Dent Parrachée, appartenant à notre chaîne de précision de Savoie, furent occupés à nouveau pour les visées des réseaux de détail ; et aussi, d'autre part, les sommets du Grand Roc Noir et de la Pointe de Charbonel, appartenant au réseau de Haute-Maurienne où nous avions décidé des visées supplémentaires complétant celles qui y avaient été prises l'année précédente.

Le nombre des stations géodésiques s'élève dans cette campagne à 126, dont 15 au-dessus de 3000^{m} et 40 entre 2000^{m} et 3000^{m}.

Les stations de notre réseau primaire de détail, occupées au cours de cette campagne, ont été les suivantes :

Cheval Noir (2834^{m}) (¹), Pointe de Crêve-Tête (2325^{m}), Pointe du Fréjus (2944^{m}), Cime du Grand-Vallon (3134^{m}), la Belle-Plinier (3091^{m}), Roche d'Argentier (3050^{m}), Aiguille de Scolette (3500^{m}), le Truc (2482^{m}), la Pointe des Sarrazins (2973^{m}), la Pointe de la Sandoneire (env. 2880^{m}), le Gros Crêt (2600^{m}), la Pointe du Bouchet (3407^{m}), le Mont Brequin (3194^{m}), le Rateau d'Aussois (3126^{m}), le Grand Roc Noir (env. 3540^{m}), la Dent Parrachée (3712^{m}), la Grande Aiguille Rousse (3470^{m} env.), la Pointe de Charbonel (3760^{m}), le Sommet de Mont-Levêque (env. 1450^{m}), le Grand Chatelard (2148^{m}), le Grand Truc (2194^{m}), la Pointe de l'Ouillons (2436^{m}), la Pointe de Corbier (2273^{m}), le Sommet de la Challe (1844^{m}), le Sommet de Montrond (1811^{m}), et enfin le Mont Falcon (2633^{m}).

Au sujet de la Grande Aiguille Rousse, qui est le sommet culminant de la région limitée par la haute vallée de l'Isère, le vallon nord du col de l'Iseran, le vallon de la Lenta et le premier affluent de la rive droite de l'Arc descendant de la crête de Carro, il n'est pas inutile de rappeler l'erreur de la Carte de l'État-Major donnant à la cime d'Oin la priorité, avec une altitude de 3514^{m}, c'est-à-dire trop forte de 250^{m} environ, issue de l'erreur du *Recueil des Positions géographiques* du Dépôt de la Guerre, qui donne ce sommet comme point trigonométrique du troisième ordre avec une cote de $3513^{m},7$, a été reconnue dès 1877 par M. H. Ferrand de Grenoble, puis affirmée de nouveau par lui en 1889 malgré les observations publiées et destinées à la maintenir (²).

(¹) Les cotes sont, sauf indication contraire, celles de la Carte de l'État-Major.

(²) Voir *Bulletin du Club alpin français*, 4ᵉ trimestre, année 1877, p. 365, et *La Cime d'Oin*, par H. Ferrand (*Annuaire du Club alpin français*, 15ᵉ année, 1888).

Parmi les signaux intersectés que nous avons visés, nous avons compris dans nos triangulations géodésiques, notamment, une partie de ceux que la Section des Levés de précision du Service géographique de l'Armée avait fait construire, il y a quelques années, pour la topographie du versant oriental des massifs du Puy Gris et du Frêne, ainsi que les quelques signaux en bois de la Section de Géodésie qui, presque tous, remplacent d'anciens signaux en maçonnerie des grandes triangulations primordiales de la Carte de France, du Parallèle Moyen Prolongé, ou même de notre récente Chaîne de précision de Savoie.

Nous avons en outre développé, dans notre campagne, tout spécialement la suite de notre enchaînement altimétrique par le stationnement d'un grand nombre de repères du Service du Nivellement général de la France, principalement le long de la Route Nationale, depuis Saint-Jean-de-Maurienne jusqu'au col du Mont-Cenis. Cette *ligne de base de nivellement*, en quelque sorte parallèle à celle établie par nos stations, le long de la vallée de la Romanche, permettra une compensation rationnelle des cheminements altimétriques et du calcul des altitudes pour les massifs s'étendant entre l'Arc, la Romanche et la frontière italienne.

Il a été pris, dans ces trois mois, soixante-quatre douzaines de photographies, consacrées, pour la plupart, à donner, comme précédemment, les tours d'horizon complets aux sommets culminants de notre réseau.

Par cette campagne, le nombre total de nos stations géodésiques dans les Alpes françaises, dans ces sept dernières années, dépasse cinq cents, dont près de deux cents entre 2000^m et 3000^m et plus de quatre-vingts au-dessus de 3000^m.

PHYSIQUE. — *Sur la composition des essences de térébenthine.* Note de M. **Darmois**, présentée par M. J. Violle.

Si l'on distille une essence de térébenthine quelconque sous la pression ordinaire, on constate que l'ébullition commence vers 155°; la température monte ensuite lentement et d'une façon continue jusqu'à 163° environ. A cette température on a distillé la presque totalité du produit [1]. La rotation des produits distillés varie constamment d'un bout à l'autre de la distillation. Si l'on suit par exemple l'ébullition d'une essence droite, on voit

[1] Toutes les essences donnent des fractions distillant vers 175° ($\frac{1}{20}$ au plus) où l'on peut caractériser des carbures tels que le limonène.

que la rotation diminue et change de signe. Dans une Communication précédente (1), j'ai donné l'exemple d'une telle essence et j'ai montré comment l'étude des courbes de dispersion rotatoire pouvait permettre d'affirmer que, dans cette essence, la portion 155°-163° était constituée par le mélange de *deux* carbures seulement :

1° Un carbure à dispersion forte dextrogyre (pinène);

2° Un carbure à dispersion faible lévogyre.

La distillation de l'essence française (gauche) donne des résultats analogues. La rotation diminue en valeur absolue en même temps que la dispersion.

Exemple : 1^{kg} d'essence gauche en 20 fractions.

	$[\alpha]_D$.	α pour 20^{cm}. $\lambda = 589$.	$\lambda = 578$.	$\lambda = 546$.	$\lambda = 436$.
Fraction n° 2	71°.48′	1	1,046	1,182	1,95
Fraction n° 10	64.00	1	1,04	1,168	1,83
Fraction n° 15	44.45	1	1,028	1,115	1,41

De plus, sauf quelques irrégularités au commencement et à la fin de la distillation, les courbes se rangent dans l'ordre indiqué (*loc. cit.*). Dans cette essence, on peut donc affirmer que la portion 155°-163° est constituée par le mélange de *deux* carbures :

1° Un carbure à dispersion forte lévogyre (pinène);

2° Un carbure à dispersion faible lévogyre.

Ce dernier carbure est le même que celui des essences droites. Pour le vérifier il suffit de superposer les deux réseaux de courbes fournies par la distillation des deux essences. La distillation de l'essence droite donne pour la rotation de ce corps une valeur approchée par défaut, celle de l'essence gauche une valeur approchée par excès. L'extrapolation permise dans les deux cas (voir *loc. cit.*) doit donner quelque part la courbe de dispersion du corps. On peut donc espérer trouver dans les deux réseaux une courbe commune. La coïncidence a lieu en effet pour une rotation voisine de $-40°$ sous 20^{cm}, ce qui donnerait $[\alpha]_D = -21°,7$ environ.

En quelles proportions ce corps est-il contenu dans les essences? La règle de Biot permettrait de le calculer, si l'on connaissait la rotation du pinène qu'il accompagne. Or j'ai indiqué (*loc. cit.*) que j'avais réussi à faire cristalliser le pinène extrait de l'essence gauche, j'ai donné quelques constantes de

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 195.

ce produit (¹). Des fractionnements ultérieurs m'ont permis d'élever à la fois le point de fusion et le pouvoir rotatoire. (F = —55°, dispersion pour la raie 436 = 1,99). Je suis arrivé à des résultats plus satisfaisants en utilisant l'essence dextrogyre du pin d'Alep (*pinus halepensis*) (²). La distillation de cette essence s'effectue toute au voisinage de 155°; la rotation reste à peu près constante pour les $\frac{9}{10}$ du produit; la dispersion du corps est forte :

	$\lambda = 589.$	$\lambda = 578.$	$\lambda = 546.$	$\lambda = 436.$
$[\alpha]_D = +82°,8$	1	1,05	1,19	2,02

Le point de fusion est — 50°. La vitesse de cristallisation à — 78° est 24^{mm} par minute. Les rotations indiquées correspondent à $[\alpha]_D = +48°$ environ.

Utilisant ces nombres qui représentent vraisemblablement le pinène très pur, on peut chercher par la méthode indiquée (*loc. cit.*) la rotation du pinène présent dans une essence et possédant la dispersion caractérisée par le rapport 2,02. On arrive alors aux conclusions suivantes :

1° L'essence française renferme le corps symétrique du pinène droit;

2° Les essences droites autres que celle du pin d'Alep renferment du pinène racémisé.

Si l'on admet les valeurs 48 et 22 pour le pinène et l'impureté gauche, on aurait pour une essence gauche ordinaire les teneurs suivantes : pinène, 62 pour 100; deuxième carbure 38 pour 100.

La proportion de ce carbure contenue dans les essences droites est analogue.

Quelle est l'identité de ce constituant? On sait depuis Bayer que les essences contiennent à côté du pinène un carbure (nopinène) qui s'en distingue, parce qu'il donne dans l'oxydation permanganique un acide différent (nopinique). 100^g de l'essence — 38° donnent 1^g de nopinate de sodium, c'est-à-dire un rendement très faible. Il est probable que l'impureté gauche est cependant identique au nopinène et que l'oxydation au permanganate est insuffisante pour le doser. Je m'occupe d'éclaircir ce point. *Quoi qu'il*

(¹) Par erreur, le rapport de dispersion 436:589 a été donné égal à 1,85 au lieu de 1,95.

(²) Cette essence provenant d'Algérie m'a été fournie en janvier et février 1909 par M. Vèzes, qui l'a décrite dans le *Bulletin de la Société chimique* (20 août, 5 septembre 1909). Il arrive par une méthode différente au même résultat, savoir forte teneur en pinène droit.

en soit, la méthode que j'ai indiquée, fondée sur des mesures de dispersion rotatoire, permet d'affirmer que les essences de térébenthine renferment : 1° le pinène sous ses deux formes; 2° un carbure lévogyre en quantité massive.

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur un essai de réalisation de ligne téléphonique artificielle.* Note de M. **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. J. Violle.

Une ligne téléphonique est caractérisée par son impédance Z et par son affaiblissement a. Si l'on suppose qu'un appareil d'impédance Z_r ait été placé à chaque extrémité d'une ligne de longueur l, le courant qui traversera le poste récepteur sera donné par la formule

$$I = \frac{V}{\frac{1}{2}e^{al}} \frac{Z}{(Z+Z_r)^2} \frac{1}{1 - e^{-2al}\left(\frac{Z_r - Z}{Z_r + Z}\right)^2},$$

V étant une force électromotrice sinusoïdale (notation symbolique imaginaire) et e la base des logarithmes népériens.

Le dernier facteur devient très voisin de l'unité, à cause de la présence du terme e^{-2al}, quand la longueur de la ligne augmente, et en fait il peut être négligé dans les cas usuels. Le courant prend, dans ces conditions, l'expression plus simple

$$I = \frac{V}{\frac{1}{2}e^{al}} \frac{Z}{(Z+Z_r)^2},$$

à laquelle on peut donner sans difficulté une interprétation physique :

La ligne téléphonique d'une longueur suffisante se comporte aux deux extrémités comme une impédance Z et affaiblit la force électromotrice du courant suivant la loi exponentielle $\frac{1}{2}e^{al}$.

En effet la force électromotrice, au début de la ligne, sera

$$V_1 = V\frac{Z}{Z+Z_r}.$$

Elle sera à l'arrivée

$$V_2 = \frac{V_1}{\frac{1}{2}e^{al}} = \frac{V}{\frac{1}{2}e^{al}} \frac{Z}{Z+Z_r}$$

et donnera, dans le circuit $Z + Z_r$ du poste d'arrivée, un courant

$$I = \frac{V_2}{Z + Z_r} = \frac{V}{\frac{1}{2} e^{al}} \frac{Z}{(Z + Z_r)^2}.$$

Considérons maintenant le dispositif suivant, auquel la remarque précédente fait immédiatement songer : deux résistances égales R reliées entre elles, à chacune de leurs extrémités, par une impédance Z et un appareil Z_r.

Le courant I′, qui traversera l'appareil d'arrivée, se calcule immédiatement

$$I' = \frac{V}{(Z + Z_r)^2} \frac{Z^2}{2(R + Z_1)}.$$

En appelant Z_1 la quantité

$$Z_1 = \frac{Z - Z_r}{,Z + Z_r}.$$

La ligne artificielle ainsi constituée sera équivalente à la ligne réelle, si l'on a

$$(1) \qquad e^{al} = 4 \frac{R + Z_1}{Z}.$$

Il suffira donc de donner à R une valeur convenable.

Hâtons-nous d'ajouter que, dans la ligne réelle, les quantités a et Z varient avec la fréquence, tandis que, dans la ligne artificielle envisagée, les impédances ont une valeur constante. Cette remarque essentielle va nous permettre, en nous éclairant sur l'imperfection du dispositif, d'en déterminer les limites d'emploi.

1° Dans le cas des lignes aériennes de fort calibre, les caractéristiques de la ligne sont pratiquement indépendantes de la fréquence. La ligne artificielle sera satisfaisante. Elle pourra remplacer la ligne aérienne pour des recherches de laboratoire. Associée à une ligne souterraine réelle, elle pourra donner d'utiles renseignements sur les lignes mixtes aéro-souterraines.

2° Dans le cas où les caractéristiques de la ligne réelle varient avec la fréquence, comme pour les lignes souterraines, elle permettra de résoudre un problème fort intéressant. Quand l'équivalence aura été réalisée, la valeur trouvée pour l'affaiblissement a permettra d'étudier quelle est,

parmi toutes les fréquences de la voix humaine, celle qui a le plus d'importance et qui doit être envisagée dans les problèmes de téléphonie.

3° Enfin l'impédance Z_r de l'appareil n'apparaît dans la formule (1) que dans le terme Z_1, qui est toujours petit devant R et de plus varie peu avec les différents appareils connus. Il en résulte que le dispositif indiqué sera particulièrement applicable à l'étude et à la comparaison des appareils téléphoniques au point de vue de leur emploi pour la téléphonie à grande distance.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur sur le sulfite d'argent et ses sulfites doubles alcalins. Formation de dithionate.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans un Mémoire (¹) publié en 1843 et relatif à l'emploi du gaz sulfureux et des sulfites en docimasie, Berthier énonce que le sulfite d'argent mis dans l'eau bouillante ou desséché sur un filtre à une chaleur voisine de 100° se transforme en sulfate d'argent avec dépôt d'argent métallique, et que, si l'on ajoute un sulfite alcalin en excès à l'eau dans lequel on le fait bouillir, le sulfite est complètement réduit. Mais, *dans ce second cas*, Berthier ne mentionne nullement la formation d'acide sulfurique. Ce qui attire l'attention de l'auteur c'est la séparation complète de l'argent, considérée au point de vue docimasique.

Plusieurs chimistes ont confirmé cette décomposition facile du sulfite d'argent en sulfate, argent métallique et gaz sulfureux quand on le chauffe en présence de l'eau.

Or, quand on opère, comme le dit Berthier, à 100°, cela n'est vrai que pour une faible fraction du sulfite; car, dans ces conditions, la décomposition du sulfite d'argent donne surtout (plus de 80 pour 100) du dithionate ou hyposulfate par condensation de 2^mol de sulfite avec perte d'argent.

$$(A) \qquad 2\,SO^3Ag^2 = S^2O^6Ag^2 + Ag^2.$$

Dans le seul cas où l'on opère à haute température, comme le faisait Geitner qui chauffait à 200°, la production en quantité notable des acides sulfurique et sulfureux s'explique par la décomposition de l'acide dithionique.

Il n'y a donc pas à s'étonner de voir reproduite, dans les différents Traités,

(¹) *Ann. Chim. et de Phys.*, 3ᵉ série, t. VII, p. 74.

cette erreur que, *si l'on fait bouillir le précipité de sulfite d'argent mis en suspension dans l'eau, la moitié de l'argent se sépare comme métal, tandis que le reste se dissout comme sulfate* (1)

(B) $$2Ag^2SO^3 = Ag^2SO^4 + Ag^2 + SO^2.$$

Mais le tort de certains auteurs d'Ouvrages modernes c'est d'avoir grossi l'erreur en voulant généraliser la réaction et en l'étendant sans donnée positive et sans vérification au cas des sulfites doubles, c'est-à-dire à la solution d'un sel d'argent dans un excès de sulfite alcalin, puisque aucun expérimentateur, pas même Berthier, n'a mentionné la formation d'acide sulfurique lors de la décomposition d'un sulfite double. C'est ce qu'ont fait cependant M. Colson, à l'article *Argent* du Traité de Moissan, quand il indique que *à l'ébullition un excès de sulfite alcalin dédouble l'azotate d'argent en sulfate et métal libre* (2), de même que Treadwell, dans son *Traité d'Analyse* en donnant à l'appui une formule de réaction :

(C) $$2\left(\begin{matrix}Na\\Ag\end{matrix}\!\!>SO^3\right) = Na^2SO^4 + Ag^2 + SO^2.$$

Car avec ces sulfites doubles également, il y a production de dithionate quand on chauffe leurs solutions à 100°, et cette transformation est presque totale (plus de 95 pour 100).

(D) $$2\begin{array}{l}SO^3Na\\|\\Ag\end{array} = S^2O^6Na^2 + Ag^2.$$

Il est en effet facile de montrer d'abord qu'il ne se forme que fort peu de gaz sulfureux lors de la décomposition à 100° de ces sulfites doubles. Car si, dans une liqueur faite avec 12^g de sulfite neutre $Na^2SO^3 + 7H^2O$ et $2^g,7$ de nitrate d'argent pour 120^{cm^3}, préalablement chauffée *en vase clos* pendant 30 minutes à 100° (tout le sulfite double est alors décomposé et tout l'argent précipité), on ajoute après refroidissement et peu à peu du chlorure de baryum en excès en présence de méthylorange, ce n'est que lorsque le sulfite alcalin restant est presque entièrement précipité que l'orangé vire au rose et que se manifeste l'odeur du gaz sulfureux, mais faiblement (3). Cependant, si la réaction indiquée par l'égalité (C) était la véritable, comme la chauffe en vase clos empêchait toute perte d'acide sulfureux, on aurait dû avoir, avec les $2^g,7$ de AzO^3Ag employé, formation de $1^g,509$ de pyrosulfite alcalin et constater une forte odeur de

---

(1) TREADWELL, *Traité d'Analyse*, 4e édition, t. I, 1906, p. 292.

(2) MOISSAN, *Traité de Chimie*, t. V, 1906, p. 556 et 557.

(3) On sait que, les pyrosulfites alcalins étant seuls stables, lorsqu'on les décompose par l'addition d'un sel de baryum, la moitié de l'acide sulfureux est mis en liberté.

gaz sulfureux comme le prouve une contre-épreuve faite en opérant de même avec une solution de 12^g de sulfite dans 120$^{cm^3}$ d'eau à laquelle on a ajouté seulement 0^g,5 de pyrosulfite.

De plus, si l'on neutralise le liquide traité par le chlorure de baryum, de façon à séparer la totalité de l'acide sulfureux dont le sel de baryte est complètement insoluble en milieu neutre, et qu'on filtre, on a une liqueur, stable à froid et où l'on ne peut déceler par les réactifs usuels que le chlorure de baryum, mais qui, à l'ébullition, surtout si on l'a acidifiée par HCl, dépose du sulfate de baryum en dégageant du gaz sulfureux facile à caractériser et qu'on peut même doser, si l'on opère en vase clos. En opérant de la sorte, j'ai trouvé, comme sulfate de baryte déposé, un poids sensiblement égal à celui obtenu avec l'acide sulfurique provenant du gaz sulfureux entraîné par un courant de gaz carbonique et recueilli dans un milieu oxydant.

La formation de l'acide dithionique n'est donc pas douteuse, puisqu'on retrouve les caractères fondamentaux des dithionates dans le liquide purifié de l'excès de sulfite alcalin et de sulfate.

La réaction est l'analogue de celle observée par Spring (1) pour les hyposulfites doubles des alcalis et des métaux lourds (Pb, Hg, Ag) qui, à 100° en présence de l'eau, lui ont donné du trithionate avec séparation du métal lourd sous forme de sulfure

$$2\left(SO^2\begin{matrix}\diagup OK\\ \diagdown SAg\end{matrix}\right)=(KSO^3)^2S+Ag^2S.$$

Il me reste à établir que lors de la décomposition, à 100° et en présence de l'eau, du sulfite d'argent et de ses sulfites doubles alcalins, la production de l'acide dithionique est la réaction principale. C'est la voie docimasique qui me permettra de résoudre le problème et d'éviter l'erreur où sont tombés mes devanciers, pour s'être limités aux données sommaires de l'analyse qualitative.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Localisation des ferments protéolytiques dans la* Vasconcellea quercifolia. *Présure et latex coagulable spontanément.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Guignard.

Dans nos recherches antérieures sur la localisation des ferments protéolytiques chez les plantes vertes, nous avons établi que : 1° la feuille est plus riche et la racine moins riche en ces diastases que la tige; 2° le parenchyme

(1) *Bull. Ac. roy. Belgique*, 43e année, 2e série, t. XXXVII, 1874, p. 45.

foliaire est plus actif que les nervures; 3° dans la tige, les ferments protéolytiques sont localisés dans l'écorce (en y comprenant le liber); le bois et la moelle en sont totalement dépourvus; 4° dans la racine, ils sont presque uniquement contenus dans la région externe, libérienne, du cylindre central. Les quelques exceptions (Solanées, Thyméléacées, etc.) que nous avons rencontrées à ces règles s'expliquent par l'existence d'un liber anormal (interne ou intra-ligneux), les ferments protéolytiques suivant celui-ci dans ses pérégrinations.

Vasconcellea quercifolia Saint-Hil. fait, lui aussi, exception, et cela dans une mesure beaucoup plus forte que les végétaux précédents.

Déterminons en effet l'activité présurante des diverses parties de cette plante (¹) et rapportons-la à celle du parenchyme foliaire prise comme unité. Nous obtenons les chiffres suivants :

	Membres âgés de 5 mois.				Membres âgés de 6 ans.					
	Feuilles.				Tige.				Racine.	
Dose de macéré.	Parenchyme.	Nervures.	Tige.	Racine.	Écorce et liber.	Bois externe.	Bois interne.	Moelle.	Écorce et liber.	Bois.
I. — Temps de coagulation, à 55°, de 5cm³ de lait emprésuré avec macéré de *Vasconcellea*.										
a. Lait cru.										
cm³	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
0,40...	0.55	0.30	20.00	1.30	420.00	105.00	45.00	180.00	55.00	50.00
0,20...	2.40	1.15	(²)	5.45	(²)	(²)	(²)	(²)	(²)	(²)
0,10...	20.00	4.00	(²)	45.00	(²)	(²)	(²)	(²)	(²)	(²)
b. Lait bouilli.										
0,40...	1.00	0.40	3.00	1.20	11.00	7.30	6.15	8.00	6.15	6.00
0,20...	1.50	1.15	5.30	2.45	21.00	14.30	12.00	15.00	11.30	11.00
0,10...	3.40	2.10	10.40	5.25	40.00	27.00	23.00	28.00	21.30	21.00
II. — Activités présurantes rapportées a celle du parenchyme foliaire.										
	1,00	**1,50**	0,33	**0,75**	0,09	**0,13**	**0,16**	**0,12**	0,16	**0,17**

(¹) En suivant la méthode décrite dans les *Comptes rendus Soc. sav.* (Congrès de Rennes) et dans les *Comptes rendus*, 13 avril 1909, et en se limitant, pour le calcul, aux vitesses de coagulation du lait bouilli, la loi de Segelck et Storch n'étant pas applicable au lait cru.

(²) Pas de coagulation au bout de 300 minutes.

On voit que, contrairement à ce qui s'observe dans la grande majorité des plantes : 1° les nervures foliaires sont plus actives que le parenchyme ; 2° le bois de la racine et de la tige est actif et contient plus de présure que l'écorce et le liber ; 3° la moelle de la tige coagule le lait.

On ne saurait invoquer ici, pour expliquer ces dérogations, la présence d'un liber anormal, car ni la moelle, ni le bois ne possèdent de tubes criblés.

Si l'on pratique une section transversale à travers un tronc et une racine de *Vasconcellea quercifolia* de la grosseur du bras, on voit perler, à la surface, des gouttelettes de latex qui, coagulant presque instantanément, restent bien distinctes les unes des autres. Ces gouttelettes, grosses et abondantes dans le bois, surtout dans sa moitié interne, sont petites et moins nombreuses dans l'écorce et la moelle.

De même, une section de la feuille montre que le latex est plus abondant dans les nervures que dans le parenchyme. Ces observations, rapprochées des précédentes, montrent qu'il y a proportionnalité entre l'activité présurante des diverses parties de la plante et leur teneur en latex ; elles autorisent à penser que ce dernier est la cause des dérogations excessives à la règle générale que nous observons.

La confirmation de cette hypothèse est fournie par le fait qu'un même poids de latex coagulé ($0^g,05$) prélevé sur les diverses régions de la section de la tige et de la racine, détermine la coagulation, à 55°, d'une même quantité de lait bouilli (15^{cm^3}) dans le même temps (2 minutes environ). Quant au caillot ainsi formé, il exige, pour se redissoudre, des temps peu différents les uns des autres (35 à 40 minutes).

Le *Vasconcellea quercifolia* Saint-Hil. est extrêmement présurant et protéolytique parce qu'il contient du latex (1). Étant données les diastases caséifiantes très actives que nous avons découvertes dans les Euphorbiacées, les Papavéracées, les Artocarpées et autres plantes à latex, nous pourrions être tenté de généraliser et de dire que toutes les plantes contenant des laticifères sont riches en ferments protéolytiques. Ce serait une erreur, car :

1° Les Lactaires, ces champignons dont le chapeau et les lames blessées laissent écouler en abondance un suc laiteux, de couleur variable, sont si peu actifs que la majorité d'entre eux n'arrivent même pas à coaguler le lait

---

(1) Rappelons que M. Guignard a montré, dans ses belles *Recherches sur certains principes actifs encore inconnus chez les Papayacées* (*J. de Bot.*, 1894), que ce latex est, au contraire, dépourvu de myrosine, laquelle existe surtout dans le parenchyme foliaire.

sensibilisé, alors que d'autres champignons, dépourvus de ce liquide particulier, sont très actifs, même sur le lait non sensibilisé, ainsi que nous le montrerons dans une prochaine Communication;

2° *Funtumia elastica* Stapf, *Artocarpus incisa* Forst., *Artocarpus integrifolia* Lin. sont si peu présurants que $0^{cm^3},4$ de macéré au cinquième des feuilles desséchées de ces plantes n'ont pu déterminer la coagulation de 5^{cm^3} de lait cru ou bouilli, à 55°, au bout de 3 heures pour les deux premiers, et que celle-ci ne s'est produite qu'au bout de 28 minutes (lait bouilli) et 35 minutes (lait cru) pour le troisième; et cependant ces trois végétaux sont très riches en latex. Il est vrai qu'une différence essentielle sépare les latex des plantes très présurantes de ceux des plantes peu actives : les premiers coagulent spontanément, parfois presque instantanément (*Vasconcellea*); les seconds ne coagulent pas.

Il semble donc exister une relation entre le caractère présurant de certaines plantes et la coagulabilité de leur latex.

On comprend, sans qu'il soit nécessaire d'insister, l'intérêt qu'il y a à étudier sous ce point de vue les plantes à caoutchouc et, plus particulièrement, celles qui, comme certains *Sapium* de l'Équateur, le *Landolphia Kirkii* Dyer du Mozambique et le *Manihot Glaziovii* Müll. Arg. de Ceara, coagulent spontanément leur latex. Aussi orientons-nous nos recherches dans cette voie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments de la graisse des vins.* Note de MM. **E. Kayser** et **E. Manceau**, présentée par M. Troost.

Nous présentons à l'Académie les résultats définitifs de nos recherches poursuivies depuis 1900 sur l'isolement des germes caractéristiques de la maladie de la graisse des vins, sur l'étude de leurs conditions d'existence, de leurs aliments et des produits de leur élaboration.

Les ferments de la graisse des vins sont tous des bacilles trapus, dont la longueur est ordinairement inférieure à 2^{μ}, tous sont des anaérobies et des ferments des sucres.

Ils comprennent plusieurs familles, différenciées par certains caractères morphologiques (dimensions, groupement en chaînes plus ou moins longues ou contournées), et par des caractères physiologiques [préférence pour le lévulose ou le glucose (¹), exigence d'un aliment azoté particulier, etc.].

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 247.

Les principaux produits de la fermentation du lévulose, du glucose et du saccharose sont identiques à ceux que donne, avec les mêmes sucres, le ferment mannitique de Gayon dont les ferments de la graisse sont voisins par leur forme et leurs dimensions; mais les proportions des produits élaborés peuvent différer sensiblement des proportions constatées pour le ferment mannitique, dans les mêmes conditions de culture. Ces proportions varient également, pour un même milieu, d'une famille à une autre. Elles ne sont pas rigoureusement identiques pour les ferments d'une même famille et dépendent, pour un ferment déterminé, de la composition du milieu et de la température.

Les ferments de la graisse sont entourés d'une enveloppe glaireuse que nous avons pu rendre visible au microscope. Le ferment mannitique ne possède pas cette enveloppe.

Nous avons étudié le développement des ferments de la graisse dans des milieux artificiels dont nous avons précédemment fait connaître la préparation et dans un grand nombre de vins.

Dans les vins, l'altération se déclare d'autant plus facilement que la proportion d'alcool et celle de l'acide tartrique libre sont plus faibles. Nous insistons tout particulièrement sur l'influence de l'acidité libre. La conservation d'un vin, sa résistance aux ferments de la graisse et, plus généralement, aux divers germes de maladies, sont d'autant mieux assurées que l'acidité libre compte pour une proportion plus élevée dans l'acidité totale [1]. Le tanin joue un rôle secondaire dans les vins blancs. Nous avons pu rendre filants des vins blancs additionnés de $0^{g},5$ de tanin par litre.

Les vins rouges deviennent rarement filants et l'on attribuait cette propriété à la proportion relativement élevée du tanin que ces vins renferment. Il est certain que l'influence antiseptique du tanin est sensible dans les vins rouges, mais la fréquence de l'altération dans les vins blancs paraît due principalement à la présence de sucre provenant d'une fermentation alcoolique généralement incomplète dans les vins blancs.

Une proportion élevée de matières azotées, de phosphates, de sels de potasse, favorise le développement des ferments de la graisse dans les vins.

Toutes les influences que nous signalons sont connexes et c'est, en quelque sorte, leur résultante qui détermine l'aptitude du vin à devenir filant. Il est donc bien difficile d'indiquer les proportions d'alcool, d'acidité libre, de tanin, etc., au delà desquelles le vin devient réfractaire à la graisse.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 725.

Ces limites sont d'autant plus incertaines que nos recherches ont mis en évidence les influences de germes étrangers aérobies et anaérobies ([1]), influences qui permettent aux germes de la graisse de se multiplier dans des conditions de température, d'aération, de composition du vin, dans lesquelles leur existence, à l'état de culture pure, serait impossible.

Les levures alcooliques, le *mycoderma vini*, le *mycoderma aceti*, peuvent, dans certaines circonstances, favoriser le développement des ferments de la graisse; mais, le plus souvent, les ferments visqueux sont associés à un grand nombre d'autres germes, peu ou point connus, et dont nous avons constaté la présence dans des vins normaux provenant de régions diverses. Parmi ces germes nous avons isolé, jusqu'à ce jour, quatre aérobies : une sarcine, deux coccus et un bacille ([2]).

La graisse des vins est ordinairement une altération complexe et la variété des germes associés au ferment de la graisse permet de comprendre les variations signalées dans la composition des vins devenus naturellement filants.

Comme conclusion applicable à la pratique, nous estimons que le choix judicieux de l'époque de la vendange, les soins nécessaires pour assurer une fermentation alcoolique complète, les manipulations ordinaires (soutirage, collage, etc.) constituent des mesures préventives suffisantes pour éviter l'altération.

ZOOLOGIE. — *Sur les formes hypertrophiques et la croissance dégénérative chez quelques Acinétiens.* Note ([3]) de M. **B. Collin**.

La culture intensive avec suralimentation constante est capable de produire sur l'organisme des Infusoires tentaculifères (*Acinétiens*) de profondes modifications d'ordre morphologique et physiologique qu'il m'a paru intéressant d'étudier de plus près.

Observations. — *Tokophrya elongata* (Clap. et Lachm.) est, dans les conditions naturelles, une espèce toujours fixée, pourvue d'un style bien développé. Elle donne aisément en culture une *variété flottante* à pédoncule de plus en plus réduit, adaptée à la vie libre à la surface du liquide. Au bout d'un temps variable apparaissent des

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, p. 92.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXLV, p. 352.
([3]) Reçue dans la séance du 18 octobre 1909.

exemplaires complètement *astyles*, provenant tantôt d'adultes détachés de leur pédoncule, tantôt d'embryons récemment métamorphosés, tombés au fond des verres de montre sans s'y fixer. C'est là une véritable *race culturale dégénérée, héréditairement transmissible et incapable de faire retour au type normal*. Le pôle stylaire reste toujours reconnaissable à sa forme obtusément tronquée et à l'absence de tentacules; des bourrelets radiaires l'entourent souvent, comme on en voit à l'ombilic d'une pomme à côtes. Sur des milliers d'individus provenant de ces cultures, à peine voit-on reparaître chez quelques-uns une trace d'anneau cuticulaire, faible souvenir du type ancestral. Les exemplaires anormaux sont fréquents, avec quatre ou cinq faisceaux de tentacules au lieu de trois, ou bien une forme inusitée en triangle équilatéral ou scalène, voire même profondément lobée à la façon d'une étoile à trois branches.

Souvent les embryons présentent des malformations diverses et produisent d'emblée des adultes monstrueux; beaucoup sortent de la cavité embryonnaire avant d'être complètement détachés du parent, ou même ne parviennent pas à se libérer et, après avoir agité vainement leurs cils pendant le temps normal de la période de nage, se développent sur place en adultes. Ils ressemblent ainsi tout à fait à un bourgeon externe tentaculé, bien singulier chez une *Tokophrya*, si l'on ne savait son origine.

On rencontre çà et là des individus bifides soit au pôle apical, soit au pôle stylaire, et parfois si profondément qu'on croirait à une fissiparité longitudinale prochaine. La pratique des isolements démontre qu'elle ne se produit jamais; ces sortes de *monstres doubles* sont simplement les premiers stades d'exemplaires qu'une croissance hypertrophique va déformer peu à peu jusqu'à leur faire perdre les dernières traces de leur symétrie primitive. L'Acinétien n'est bientôt plus qu'un corps indéfinissable, aux protubérances multiples hérissées de tentacules sans nombre; il se nourrit et s'accroît toujours. J'ai obtenu des exemplaires de $400^{\mu} \times 500^{\mu}$, c'est-à-dire ayant environ 200 fois le volume d'un grand individu normal de leur espèce, et ne montrant plus *aucun des caractères originels, génériques ou spécifiques*. Ces masses de cytoplasme, relativement énormes, sont criblées de vacuoles contractiles et parcourues en tous sens par les cordons enchevêtrés d'un macronucléus rameux, souvent fragmenté; l'abondance de *tinctine* empêche malheureusement de suivre le sort du ou des micronucléi.

Mais ces processus morbides ont leur fin : même dans la culture mère (toujours très florissante depuis 9 mois), beaucoup d'individus n'achèvent pas leur évolution. Parvenus à une certaine taille, ils cessent de s'alimenter et rétractent leurs tentacules; leur cytoplasme devient opaque et brunit, envahi souvent par une grande vacuole de dégénérescence; leur noyau se désorganise et s'émiette en passant par un stade entièrement chromidial, puis se résorbe tout à fait. Ces exemplaires géants se meurent de *mort physiologique* par épuisement fonctionnel, entourés d'autres qui s'accroissent encore et absolument sains.

Avec d'autres espèces, ces résultats sont différents : *Tokophrya Steinii* (Cl. et L.) atteint en culture des dimensions bien supérieures à la normale (400^{μ} et au delà), mais l'ensemble des caractères morphologiques demeure inaltéré. Ici aussi, les embryons donnent volontiers naissance à une variété *astyle*, ou bien, ne parvenant pas à se libérer, se développent sur le corps du parent : on en trouve jusqu'à deux ou trois émis successivement par le même orifice. Chez *Tokophrya infusionum* (Stein) les modifications d'aspect ne dépassent pas non plus la limite des variations observées par

les auteurs; mais, sur la fin, tous les individus dégénèrent. Leur noyau se gonfle en perdant toute structure par un curieux processus de chromatolyse précédé d'une forme en fuseau, à granules chromatiques alignés, extrêmement semblable au stade préparatoire de l'amitose. Les derniers individus qui persistent n'ont plus qu'une mince couche de cytoplasme entourant un noyau énorme. Le pôle postérieur sécrète en abondance une gelée muqueuse, sorte de kyste inachevé.

J'ai rencontré enfin, chez *Acineta patula* Clap. et Lachm. (et, cette fois, *dans la nature*), au milieu d'exemplaires normaux dont quelques-uns en conjugaison, de nombreux cas d'anomalies d'origine hypertrophique, au sein d'un peuplement très dense. La partie du corps extérieure à la loge, sorte de dôme hémisphérique couvert de tentacules, s'allonge d'abord démesurément en colonne cylindrique, puis s'étrangle à sa base où un nouveau dôme se reforme, et ainsi de suite, jusqu'à 2 et 3 fois. L'étranglement est souvent très prononcé, mais je ne saurais dire s'il peut aller ou non jusqu'à séparation complète. Le noyau, qui présente par ailleurs de *nombreux caractères morbides* (énormes nucléoles, blocs hyperchromatiques, fragmentation fréquente), se répartit par amitose entre les divers segments du corps, souvent sans régularité, de telle façon que, si ces segments s'isolaient, beaucoup d'entre eux ne seraient pas viables. La même colonie renfermait également un embryon cilié en voie de développement et *complètement anucléé*.

Conclusions. — Ces premiers résultats montrent qu'on peut espérer beaucoup du groupe des Acinétiens au point de vue expérimental; l'ensemble de caractères qui constituent le *type* générique ou spécifique y apparaît en effet comme infiniment plus accessible et plus aisément transformable par les conditions du milieu que chez aucun autre groupe de protistes. On en peut donner deux raisons :

1° Par leur *vie sédentaire et immobile*, comme par leur *mode de nutrition*, les Infusoires suceurs ne sont pas (à l'égal des Ciliés pourvus d'un appareil locomoteur et péribuccal complexe) des êtres à symétrie nécessairement précise, aux corrélations étroites retentissant sur l'organisme entier. Leur corps peut varier de forme et de volume dans des limites très larges, sans que rien se trouve changé au point de vue du fonctionnement.

2° La *division fissipare* n'intervient pas ici, comme chez les Infusoires ciliés, à titre de phénomène régulateur étroitement lié à l'accroissement et maintenant l'espèce en deçà d'une *taille maximale* (Theilungsgrösse) constante pour des conditions de milieu définies (Hartwig, Popoff, etc.). Par la formation d'embryons (indépendante d'ailleurs de l'accroissement acquis) l'Acinétien sépare de temps à autre une portion de cytoplasme épuré pourvu d'un noyau rajeuni), et demeure (en tant qu'*individu parent*) identique à lui-même, capable de croître encore, on pourrait dire *a priori* presque indéfiniment. Il ne se résout plus, comme son ancêtre le Cilié, tout

entier en deux individus filles, disparaissant en eux à chaque génération. Le phénomène du bourgeonnement (bien que dérivé sans aucun doute de la division égale) a introduit dans tout le groupe des Tentaculifères, quant au *cycle de l'individu*, des conditions absolument nouvelles qu'il y aura lieu d'étudier.

ZOOLOGIE. — *Sur les Mollusques marins provenant des campagnes scientifiques de M. A. Gruvel en Afrique occidentale*, 1906-1909. Note de M. **Ph. Dautzenberg**, présentée par M. Perrier.

Bien que l'Afrique occidentale soit la région tropicale la plus rapprochée de nous, on peut dire qu'elle est l'une des moins connues du globe au point de vue de sa faune malacologique marine.

Depuis Adanson qui, dans son *Voyage au Sénégal*, fit connaître en 1757 un grand nombre de Mollusques de ce pays, aucun travail d'ensemble n'a été élaboré sur le même sujet, et les renseignements qui ont été fournis se trouvent disséminés dans des publications diverses. Parmi les explorateurs dont les recherches ont contribué à faire mieux connaître la faune de l'Afrique occidentale, on peut citer :

Rang, 1837; Rousseau, 1841; Dr Tams, 1841, 1842; A. Schmidt; Dr Stübel; Dohrn, 1864, 1865; capitaine Knocker, 1870; capitaine Davis; A. Bouvier et de Cessac, 1870, 1874; Dr Studer, 1874; von Maltzan, 1882; de Rochebrune; Dr C. Doelter; Quiroque, 1885; Dr P. Fischer (expéditions du *Travailleur* et du *Talisman*); Pousouby.

Marquis de Monterosato; Ed. Chevreux, 1889, 1890; abbé Culliéren, 1890; capitaine Le Chatelier, 1892; comte de Dalmas, 1895, 1896; Font y Sagué, 1902; S. A. S. le Prince Albert de Monaco, 1897-1904; amiral Keppel; Dr Jullien; Chautard; capitaine Vignon, etc.

La plupart des récoltes de ces naturalistes ont été étudiées et décrites par Petit de la Saussaye, Dunker, Menke, Reibisch, Dohrn, E.-A. Smith, Marrat de Rochebrune, von Martens, von Maltzan, Tausch, Hidalgo, Dr P. Fischer, Locard, de Monterosato, Dautzenberg, H. Fischer et Sowerby.

A ces diverses contributions, viennent s'ajouter aujourd'hui les importantes récoltes de M. le Professeur A. Gruvel, effectuées de 1906 à 1909; mais plus particulièrement en 1908 et 1909. Elles sont d'autant plus intéressantes qu'elles modifient sensiblement les données que nous possédions déjà sur les rapports de la faune de l'Afrique occidentale avec celles des mers d'Europe; elles nous font connaître, en grande partie, la faune de la région inhospitalière comprise entre la baie du Lévrier et le Sénégal, et qui n'avait pas encore été explorée au point de vue malacologique.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait prématuré de vouloir

établir d'une manière précise les relations de la faune de l'Afrique occidentale avec celles des autres pays; mais les récoltes de M. Gruvel permettent cependant d'indiquer que la proportion des espèces européennes et surtout méditerranéennes qui se propagent le long de la côte océanique de l'Afrique est plus considérable qu'on ne le supposait. En dressant en 1889 une liste des coquilles de Casa-Blanca et de Mogador, le marquis de Monterosato avait déjà mis ce fait en lumière pour ce qui concerne le littoral atlantique du Maroc. Aujourd'hui, nous pouvons dire qu'un grand nombre de Mollusques européens descendent encore plus au Sud. Nous avons, en effet, rencontré dans les récoltes de M. Gruvel 98 espèces méditerranéennes dont 79 vivant dans les parages du cap Blanc, 34 sur les côtes de Mauritanie et 52 au Sénégal.

La collection fournie par M. Gruvel comprend 352 espèces dont 18 sont entièrement nouvelles; elle nous a permis de fixer l'habitat de plusieurs formes dont la provenance était inconnue ou douteuse, de reconnaître un certain nombre d'espèces qui avaient été insuffisamment décrites et de rectifier plusieurs erreurs de nomenclature. Parmi les nombreux autres résultats intéressants fournis par les récoltes de M. Gruvel, nous signalerons l'existence, dans la baie du Lévrier, d'une espèce du genre *Brocchia* (*Brocchia sulcosa* Brocchi), qui n'était qu'à l'état fossile dans le Miocène et le Pliocène, et la découverte, dans les mêmes parages, d'une forme nouvelle : *Genotia* (*Oligotoma*) *Lamothei*, appartenant à un groupe de Pleurotomidés dont on ne connaissait aucun représentant en dehors du Miocène de la Touraine et de l'Italie.

En présence de résultats aussi considérables, il serait à souhaiter que M. Gruvel pût étendre ses investigations dans le golfe de Guinée et même jusqu'au cap de Bonne-Espérance, ce qui lui permettrait sans aucun doute de réunir des matériaux suffisants pour rendre possible la publication d'une faune malacologique de toute l'Afrique occidentale.

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude du développement des Lucernaridés.* Note (¹) de M. W. **Wietrzykowski**, présentée par M. Yves Delage.

La riche faune de Roscoff renferme trois espèces de Lucernaridés : *Haliclystus octoradiatus* Clark., *Lucernaria campanulata* Lamour., et *Lucernaria*

(¹) Présentée dans la séance du 26 octobre 1909.

Leuckarti Tasch. (*Craterolophus Tethys* Clark.). Cette dernière espèce n'a pas été signalée jusqu'à présent à Roscoff. Elle y est d'ailleurs fort rare. *Lucernaria campanulata* Lamour. est plus commune, mais on ne peut s'en procurer que pendant les fortes marées; par contre, *Haliclystus* est extrêmement abondant à Roscoff, partout où l'on trouve des Zostères, et les recherches ont porté surtout sur ce dernier genre.

Nos connaissances sur le développement des Lucernaridés se réduisent à peu de choses. Il n'y a, à ma connaissance, que deux travaux sur ce sujet : ceux de Kovalewsky et de Bergh. Kovalewsky a vu le premier la segmentation de l'œuf et la planula; Bergh complète sur certains points les recherches de Kovalewsky, mais n'y ajoute rien de nouveau, sauf quelques dessins d'ailleurs fort schématiques. L'évolution ultérieure de la planula reste donc complètement inconnue.

La planula qui sort de la coque est un être allongé mesurant 116^{μ} environ de longueur sur 18^{μ} dans le sens transversal. L'ectoderme qui la revêt extérieurement forme une couche continue composée de cellules à section hexagonale et très aplaties tangentiellement. Je n'ai pas pu voir de cils vibratiles sur l'ectoderme. Les cellules endodermiques, généralement au nombre de 16, ne forment qu'une seule rangée. Après quelques jours (1 à 4) de vie libre, la larve se fixe par son extrémité antérieure et prend la forme hémisphérique. Les planulas, avant de se fixer, se disposent par groupes composés de 2 jusqu'à 20 individus et arrivent, après la fixation, à se comprimer tellement les unes les autres qu'elles prennent des formes polygonales. Ces petites associations ont leur raison d'être, si l'on considère le mode de nutrition de ces larves. En effet, elles se nourrissent surtout de Nauplius, de Copépodes, c'est-à-dire d'animaux qui sont beaucoup plus grands qu'elles. Or, il semble que plusieurs larves d'un même groupe concourent à la capture des Nauplius qui viennent à les rencontrer. On voit souvent un Nauplius tué couvrir de son corps un groupe entier de larves, mais une seulement, rarement deux ou trois, en profitent. Celles-ci grossissent considérablement, tandis que les autres dépérissent peu à peu. Un seul Nauplius suffit pour que la larve grandisse beaucoup et puisse désormais capturer sa proie sans le concours de ses congénères.

Cette capture s'opère à l'aide des nématocystes : les filaments urticants de ces derniers, enfoncés dans le corps d'un Nauplius, l'empêchent de s'enfuir; d'ailleurs en une quinzaine de secondes il est complètement immobilisé. Après cela la larve l'attire peu à peu de manière à le placer au-dessus d'elle,

sans qu'elle-même change de place. L'ectoderme qui formait une couche continue s'est rompu au sommet de la larve de manière à former un orifice plus ou moins régulier mettant l'endoderme à nu. L'endoderme fait saillie au dehors et arrive à perforer le tégument de la proie; il m'a été impossible de voir par quel mécanisme. Les parties molles du Nauplius sont peu à peu englobées par les cellules endodermiques et sur les coupes on voit différentes particules, comme des fragments de muscles striés, pénétrer dans les cavités irrégulières dont est creusée la masse endodermique de la larve. Après 1 à 2 jours il ne reste du Nauplius que la carapace vide, qui est bientôt enlevée par les courants d'eau.

La larve grandit et devient vaguement quadrilobée et lorsqu'elle a atteint une certaine taille (environ 150^{μ} de diamètre) elle se met à bourgeonner : au sommet de chacun des quatre lobes apparaît un bourgeon tentaculiforme qui, aussitôt formé, se détache de la mère. Ces bourgeons ont la structure des planulas provenant de la segmentation des œufs. En effet, l'endoderme n'est formé que d'une seule rangée de cellules dont le protoplasma est réduit à un petit amas renfermant le noyau, le reste de la cavité cellulaire étant occupé par une vacuole. L'ectoderme très mince présente quelques nématocystes limités à la région postérieure du corps. Les bourgeons planuliformes et les planulas normales ne diffèrent que par la taille, les bourgeons étant plus grands ; le nombre de cellules endodermiques est également plus considérable. Ces bourgeons suivent exactement la même évolution que les planulas normales. Après quelques jours de vie libre, ils se fixent par leur extrémité antérieure, se rétractent pour devenir hémisphériques, croissent et finalement bourgeonnent de la même manière que la larve qui leur a donné naissance. Le mode d'apparition et la structure laissent supposer que ces singulières formations sont des tentacules larvaires caduques et capables de régénérer un être tout entier.

Au moment de la formation des premiers bourgeons on voit au centre de la surface d'adhésion de la larve une profonde invagination ectodermique de nature glandulaire. Cette invagination persiste longtemps, au moins dans tous les stades que j'ai observés jusqu'à présent, et représente évidemment le disque pédieux de l'animal adulte.

L'évolution ultérieure consiste en un allongement du corps qui devient filiforme. Peu après, on voit apparaître un peu au-dessous du sommet de la larve deux premiers tentacules définitifs du polype qui prennent exactement la forme et la structure des tentacules des adultes : ils sont creux, et leur

cavité très réduite est tapissée par une couche de cellules endodermiques; en outre ils sont terminés par une tête bourrée de nématocystes.

Au-dessus et dans l'espace limité par les deux premiers tentacules il se forme une saillie tronconique qui bientôt acquiert un grand développement de manière à égaler à l'état d'extension la longueur du tronc du polype : c'est l'hypostome. Cet état à deux tentacules persiste plusieurs jours et donne au jeune polype un aspect tout à fait caractéristique.

Un troisième tentacule apparaît latéralement et perpendiculairement aux deux premiers; il est situé légèrement plus haut, empiétant sur l'hypostome. Il atteint la longueur des deux premiers et à ce moment les trois tentacules forment entre eux des angles de 120°, disposition qui donne au polype la symétrie triradiale. L'apparition du quatrième tentacule opposé au troisième et situé un peu plus haut encore donne au polype une symétrie quadriradiale.

Ce stade à quatre tentacules est le stade le plus avancé obtenu jusqu'à présent et dont plusieurs exemplaires sont actuellement en élevage à Roscoff.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Surcreusement glaciaire du lac de Garde (Italie).* Note de M. **Gabriel Eisenmenger**, présentée par M. Michel Lévy.

Continuant les recherches que je poursuis depuis plusieurs années, dans les Alpes et en Écosse [1], au sujet de l'origine des lacs, je crois devoir signaler les résultats auxquels vient de me conduire l'étude du lac de Garde.

Ce lac a été considéré comme tectonique, c'est-à-dire résultant uniquement de l'affaissement d'une vallée fluviale, conformément à l'hypothèse de Rütimeyer pour expliquer la formation des lacs en bordure des Alpes (*Randseen*). Or les caractères actuels du lac de Garde relèvent plutôt de l'érosion glaciaire et conduisent à admettre que le lac a été profondément surcreusé par la glace.

1° Au nord de la ligne Salo-Garda, le lac de Garde est un véritable couloir glaciaire dont la section transversale est très nettement un U. Le

(1) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 28 juin 1909, p. 1796.

versant occidental s'élève presque verticalement à 80^m ou 100^m et la profondeur atteint 346^m; sur la terrasse préglaciaire s'est établi le village de Trémosine au bord même de la falaise qui tombe à pic dans le lac et témoigne d'un surcreusement très intense.

2° Les torrents affluents arrivent à une altitude supérieure à celle du lac et mettent bien en évidence le surcreusement de la vallée principale : tels sont les torrents qui, sur la rive occidentale, tombent en cascades de Garguano à Riva, et en particulier le Ponale, émissaire du Lago di Cedro. La rive orientale, depuis la pointe S. Virgilio à Torbole, présente au contraire un beau plan incliné, raboté par le glacier de l'Adige qui s'élevait sur les pentes du Monte-Baldo.

3° Dans la partie méridionale du lac, au sud de la ligne Salo-Garda, apparaît une protubérance dans l'axe de la vallée lacustre et dont l'existence s'explique par l'écoulement des eaux sous-glaciaires latérales, comme l'a montré M. Brunhes pour les vallées suisses (*Comptes rendus*, 28 mai et 5 juin 1906). Cette protubérance se traduit, dans le prolongement de la petite île de Sermione, par un haut fond recouvert de 44^m d'eau seulement et limitant des fonds de 74^m à l'Est et de 100^m à l'Ouest.

4° Cette partie méridionale du lac de Garde est un lac de barrage glaciaire. Le glacier de l'Adige, au cours de la période glaciaire, a pris possession de la vallée et déposa dans la plaine lombarde un arc immense depuis Salo à l'Ouest jusqu'à Costernano à l'Est, en passant par Lonato, Castiglione, Volta et Somma-Campagna. Ce barrage glaciaire a eu pour effet de relever de 150^m environ le niveau des eaux du lac; il est percé à Peschiera par la vallée du Mincio, émissaire du lac actuel.

5° Le lac de Garde a dû s'étendre primitivement beaucoup plus au Nord, car la plaine Arco-Riva est une belle cuvette glaciaire présentant les mêmes caractères que le lac lui-même.

6° Après le départ du grand glacier, l'Adige a trouvé son ancien lit encombré de matériaux glaciaires et le fleuve a dû se creuser un nouveau chenal parallèlement à la direction du lac. Les terrasses que j'ai relevées à 30^m-45^m et à 10^m-12^m au-dessus de l'Adige, permettent de rétablir les phases successives du creusement.

En résumé, si l'origine du lac de Garde est une dépression tectonique remontant aux temps mésozoïques, si, plus tard, eurent lieu des mouvements divers comme la surrection et la dislocation du Monte-Baldo, il faut reconnaître que la configuration actuelle du lac de Garde est l'œuvre d'un très puissant surcreusement glaciaire.

M. A. Guépin adresse une Note intitulée : *Les faux albuminuriques.*

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 novembre 1909.

Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en 1908 *au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques.* Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Offert par le Conseil d'Administration de la Caisse des Recherches scientifiques.)

Revue des travaux de Paléontologie végétale publiés dans le cours des années 1901-1906, par M. R. Zeiller. (Extrait de la *Revue générale de Botanique*, t. XX-XXI, 1908-1909). Paris, Librairie générale de l'Enseignement, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

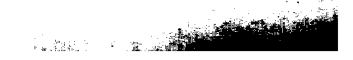
Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de MM. Joubin et J. Richard; t. I, fasc. 1. Imprimerie de Monaco, 1909; 1 fasc. in-4°. (Hommage de S. A. S. le Prince de Monaco.)

Das Antlitz der Erde, von Eduard Suess; Bd. III. *Schluss des Gesamtwerkes*, mit 55 Textabbildungen, 3 Tafeln in Schwarzdruck und 5 farbigen Karten; Sach- und Namensregister in Beilage. Vienne, F. Tempsky; Leipzig, G. Freytag; 1909; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Transmis par M. Michel Lévy. Hommage de l'auteur.)

The Scientific Papers of Sir William Huggins, edited by Sir William Huggins and Lady Huggins; with sixty-six illustrations. (*Publications of Sir William Huggins's Observatory;* vol. II.) Londres, William Wesley et fils, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage des auteurs.)

La Faune momifiée de l'ancienne Égypte et Recherches anthropologiques, par le Dr Lortet et M. C. Gaillard; 5e série. (Extr. des *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, t. X.) Lyon, Henri Georg, 1909; 1 fasc. in-f°. (Hommage des auteurs.)

Principes de la théorie des fonctions entières d'ordre infini, par Otto Blumenthal. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard. Hommage de l'auteur.)



Des notations mathématiques; énumération, choix et usage, par Désiré André. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

La respiration de la Terre. L'écorce terrestre, ses mouvements rythmés et ses déformations permanentes, par Ch. Lallemand. Paris, typ. A. Davy, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur les marées de l'écorce et l'élasticité du globe terrestre, par M. Ch. Lallemand. (Extr. des *Comptes rendus*, 2, 9 et 29 août, 6 septembre 1909.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Le Rhinocéros blanc du Soudan (*Rhinoceros simus cottoni*), par E.-L. Trouessart. (Extr. des *Proceedings of the Zoological Society of London;* juin 1909.) Londres; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de l'auteur.)

Revision des espèces types d'Hydroïdes de la collection Lamouroux, conservée à l'Institut botanique de Caen, par M. Armand Billard. (Extr. des *Annales des Sciences naturelles;* 9e série : *Zoologie;* t. IX. Paris, Masson et Cie, 1909; 1 fasc. in-8°.) (Présenté par M. E. Perrier. Hommage de l'auteur.)

Les ferments de la graisse des vins, par MM. E. Kayser et E. Manceau. Épernay, imp. Henri Villers, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost. Renvoi à la Commission du prix Saintour pour 1910.)

La technique des hélices aériennes. Notions élémentaires sur le tracé, l'utilisation et la construction des hélices aériennes, par Gaston Camus. Paris, F.-Louis Vivien, 1909; 1 fasc. in-8°.

M. Angot, directeur du Bureau central météorologique, transmet les publications suivantes du *Bureau central de l'Association internationale de Sismologie :*

Katalog der im Jahre 1904 registrierten seismischen Störungen; zusammengestellt von Elmar Rosenthal. Strasbourg, 1907; 1 fasc. in-4°.

Tremblements de terre ressentis pendant l'année 1904, par Emilio Oddone. Strasbourg, 1907; 1 vol. in-4°.

Comptes rendus des séances de la première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Rome du 16 au 20 octobre 1906, rédigés par le Secrétaire général R. de Kövesligethy. Budapest, imp. Viktor Hornyanszky, s. d.; 1 vol. in-4°.

Seismogramme des nordpazifischen und südamerikanischen Erdbebens am 16 August 1906. Auf Beschluss der permanenten Kommission der internationalen seismologischen Assoziation, herausgegeben von dem Zentralbureau und der kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung. [Texte] : *Beleitworg und Erlaüterungen*, von E. Rudolph und E. Tams; mit einer Karte. Strasbourg, imp. M. Du Mont Schauberg, 1907; 1 fasc. in-4°. [Atlas] : Strasbourg, Jul. Manias et Cie, 1907; 1 étui contenant les planches, in-folio.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 NOVEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur un moyen de soustraire les horloges astronomiques à l'influence des variations de la pression atmosphérique.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Les variations de la température et de la pression atmosphérique sont les causes principales qui changent la marche des horloges bien construites, telles que celles qu'on emploie dans les observatoires.

On a imaginé des compensateurs thermométriques, supprimant presque entièrement l'influence des changements de température; cependant, lorsqu'on a voulu atteindre la plus haute exactitude, on a été amené à placer les horloges dans un milieu à température constante; et pour cela Faye (¹) entre autres avait proposé de les installer dans une couche terrestre de température invariable : c'est ce qui fut fait bientôt après, à l'Observatoire de Paris par exemple, où l'on plaça une pendule dans les caves, à 27^m au-dessous du niveau du sol.

De même, pour combattre l'influence des variations de la pression atmosphérique on a imaginé divers compensateurs de pression (²); mais en

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XXV, 2ᵉ semestre 1847, p. 375.

(²) Airy compensait l'action des variations de pression par un aimant, qu'un flotteur, placé sur le mercure d'un baromètre à siphon, déplaçait devant une armature portée par le balancier. — Rédier a proposé (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, 2ᵉ semestre 1876, p. 1174) de produire la même compensation en faisant déplacer une masse par la boîte barométrique d'un anéroïde fixé à la lentille du pendule.

cela aussi il est mieux de supprimer entièrement ces variations autour de l'horloge, en la plaçant dans une enveloppe hermétiquement close; et c'est ce qui fut réalisé à Paris par M. C. Wolf.

Depuis on a imaginé des dispositifs évitant le remontage; mais ici j'ai surtout en vue l'emploi des horloges telles qu'on les construit habituellement, et que l'on remonte à la main.

Avec ces horloges, supposées placées dans une enveloppe bien close, la pression de l'air qui les entoure change, en général, au moment du remontage, puisque c'est par exception que cette pression se trouve égale à la hauteur barométrique extérieure; en outre, ce qui est plus grave, il est difficile d'obtenir une enveloppe dans laquelle ne se propagent pas les variations de la pression extérieure (¹).

J'ai cherché à éviter ces inconvénients au moyen de l'appareil suivant, étudié et construit par la maison Mailhat, et qui maintient automatiquement la même pression dans l'enveloppe de l'horloge (et plus généralement à l'intérieur de tout récipient qui n'a que des pertes suffisamment faibles), pourvu toutefois que cette pression soit convenablement choisie.

Ainsi, je suppose que la pression à conserver constante est — ou inférieure à la valeur minima de la hauteur barométrique dans le lieu considéré, — ou supérieure à la valeur maxima de la même hauteur barométrique.

L'appareil qui va être décrit fonctionne dans le cas de la seconde hypothèse, c'est-à-dire quand la pression à conserver constante est supérieure aux plus grandes hauteurs barométriques du lieu où l'on opère; mais on voit immédiatement les petites modifications qu'il faudrait y apporter pour le faire fonctionner dans le premier cas (²).

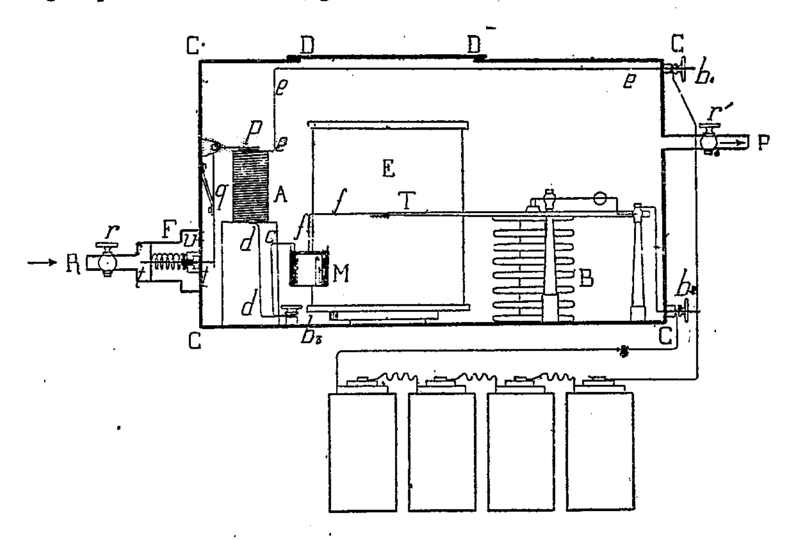
Cet appareil de réglage automatique a pu être réduit à une petite caisse métallique CCCC dont les dimensions extérieures sont $0^m,32 \times 0^m,15 \times 0^m,12$, non compris les tubes R et P, dont le dernier communique avec la boîte qui enveloppe la pendule. Quant au tube R, il communique avec un réservoir (non représenté sur la figure), renfermant de l'air maintenu à une pression toujours supérieure à celle qui doit régner autour de l'horloge.

(¹) Tisserand a montré (*Comptes rendus*, t. CXXII, 1er semestre 1896, p. 646) que l'enveloppe de la pendule des caves de l'Observatoire de Paris ne protégeait plus, en 1894, cette pendule contre les variations de la pression extérieure.

(²) Au point de vue pratique, ce premier cas serait sans doute un peu moins avantageux que l'autre, parce qu'il obligerait à donner un plus grand volume au réservoir à air dont il va être question.

Entre le tube R et la caisse CCCC se trouve une petite chambre F dans laquelle on a logé une valve à pointe *v*, guidée par la tige *tt* et poussée par un léger ressort à boudin, de sorte qu'elle empêche ordinairement l'air du réservoir de passer par le chemin R*r*F et de pénétrer dans la boîte CCCC.

L'organe régulateur est, en principe, un baromètre quelconque; pour réduire le volume de l'ensemble, on a ici employé un anéroïde BE dont on aurait pu supprimer le cylindre enregistreur : la tige T, qui porte la plume, est prolongée par un fil métallique recourbé *ff*.



Des bornes b_1, b_2, convenablement isolées de la boîte CCCC, sont en communication avec le fil d'un électro-aimant A, la première par *eee*, l'autre par *fcdd*.

Lorsque, par suite des pertes d'air, la pression baisse dans la caisse CCCC et dans l'enveloppe de la pendule, l'extrémité libre de la tige T descend, et le fil *ff* vient plonger dans le mercure contenu dans un petit godet M; le circuit de l'électro-aimant se trouve ainsi fermé par le mercure et il laisse passer le courant d'une pile extérieure; la palette *p*, alors attirée, repousse la tige *t* par l'intermédiaire du levier *q*, et l'air comprimé du réservoir placé en R pénètre dans la boîte CCCC, jusqu'à ce que la pression primitive y soit rétablie, ce qui coupe le courant. Et ainsi se trouvent constamment réparées les pertes de la boîte CCCC et de l'enveloppe de l'horloge, qui communique librement avec elle.

Pratiquement ce système exige donc, outre la boîte CCCC qui renferme le régulateur de pression, un réservoir d'air suffisamment comprimé, dont la température, à peu près constante, soit celle de l'horloge [1]; on s'assurera, de temps à autre, tous les matins par exemple, que l'excès de la pression du réservoir est suffisant pour que l'air qu'il renferme puisse réparer les pertes ordinaires de la journée, et, dans le cas contraire, on élèvera suffisamment cette pression à l'aide d'une pompe convenable; alors l'appareil continuera de fonctionner seul et de maintenir la pression voulue, quelles que soient les variations de la hauteur barométrique extérieure.

Une porte DD, ménagée dans le haut de la caisse CC, pourra être ouverte par exemple toutes les semaines pour remonter le mouvement du baromètre régleur, si l'on désire obtenir l'inscription de la pression et s'assurer ainsi que l'appareil a toujours bien fonctionné. Pendant cette opération, les robinets r, r' seront fermés pour que la pression ne change pas sensiblement autour de l'horloge et pour que le réservoir d'air comprimé ne se vide pas.

Dans l'appareil qui a été construit, la force du petit électro-aimant A s'est toujours trouvée suffisante pour ouvrir la valve V; dans le cas où il n'en serait pas ainsi, il serait facile de remplacer l'électro-aimant par un petit moteur électrique produisant le même effet, par exemple en faisant tourner un axe portant une came.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des rayons ultra-violets sur la végétation des plantes vertes*. Note de MM. **L. Maquenne** et **Demoussy**.

Après que M. Prillieux, en 1869, eut constaté que les lumières artificielles excitent la fonction chlorophyllienne au même titre, sauf l'intensité, que le rayonnement solaire, un grand nombre de personnes se sont préoccupées des avantages que pourraient avoir, au point de vue cultural ou simplement physiologique, le remplacement, le renforcement ou la continuation de l'éclairement naturel des plantes vertes par la lumière électrique, la plus puissante des sources artificielles dont nous pouvons disposer.

---

(1) Les variations de l'état hygrométrique, en changeant la densité de l'air, ont aussi leur influence sur la marche de l'horloge; mais il est évident qu'on n'aura pas de peine à les maintenir dans les limites où leur action est négligeable.

La lumière électrique est du reste celle qui se rapproche le plus, par sa composition spectrale, de la lumière du jour : elle n'en diffère guère que par l'étendue plus grande de la partie ultra-violette de son spectre, qui n'a pas été atténuée, comme dans le cas du Soleil, par son passage à travers une énorme épaisseur de gaz.

Les résultats obtenus dans cette voie ont été singulièrement contradictoires; cependant il en est résulté une notion nouvelle et absolument capitale, la nocivité des rayons invisibles de très faible longueur d'onde.

Après quelques essais qu'il considère comme favorables, Siemens, en 1880 et 1881, propose, pour forcer la végétation, d'éclairer les serres pendant la nuit à la lumière électrique. Dehérain, en 1881, à l'exposition d'électricité ouverte au Palais de l'Industrie, constate, ainsi d'ailleurs que Siemens l'avait aussi reconnu, que les plantes exposées à la lumière directe de l'arc périclitent et noircissent assez vite; l'interposition d'un globe en verre transparent atténue dans une large mesure cet effet fâcheux, ce qui porte à croire qu'il est surtout attribuable aux rayons ultra-violets (¹).

Ainsi privé de sa partie la plus réfrangible, l'éclairage électrique continu apparaît plutôt avantageux que défavorable, car notre savant confrère, M. G. Bonnier, a pu, en 1892, au pavillon d'électricité des Halles, obtenir ainsi de bonnes cultures, particulièrement riches en chlorophylle, qui, chez certaines espèces, se développe alors jusque dans les couches profondes de la moelle (²).

D'un autre côté, Bailey a vu les épinards, la laitue et le cresson monter en graine, sous l'influence de la lumière électrique directe, avant d'avoir produit une seule feuille mangeable; les pois, dans les mêmes conditions, ne donnent qu'un faible rendement; enfin Sachs et de Candolle assurent que les rayons ultra-violets favorisent la production des fleurs, à ce point que la capucine cesse de fleurir derrière un écran de sulfate de quinine (³).

De l'ensemble de ces indications il résulte nettement qu'un excès de rayons chimiques est nuisible à l'accroissement des plantes, et la plupart des physiologistes admettent aujourd'hui que leur principal effet, inverse de celui qui résulte de la lumière proprement dite, est de détruire le pigment chlorophyllien, nécessaire à l'assimilation. Cet effet se produirait

---

(¹) *Annales agronomiques*, t. VII, p. 551.
(²) *Revue générale de Botanique*, t. VII, p. 241.
(³) *Annales agronomiques*, t. XX, p. 106.

sur place et serait, comme la fonction chlorophyllienne elle-même, concomitant avec la cause qui la détermine.

Nous avons cru intéressant de reprendre l'étude de cette question d'une manière plus directe qu'on ne l'a fait jusqu'ici, en soumettant les plantes à l'action d'un rayonnement plus riche encore en rayons ultra-violets que celui de l'arc. L'emploi de la lampe à vapeur de mercure était tout indiqué; nous nous sommes servis du modèle ordinaire en quartz d'Heraeus, qui fonctionne sous 110 volts, consomme 3 ampères et donne un éclairement d'environ 300 bougies. La quantité de chaleur émise est assez faible pour que l'on puisse, dans la plupart des cas, rapprocher les plantes de la source, sans en exagérer outre mesure la transpiration, jusqu'à 15^{cm} ou 20^{cm}, distance à laquelle parviennent encore une grande partie des rayons facilement absorbables par l'air.

Dans ces circonstances on peut prolonger l'insolation pendant plusieurs heures sans modifier l'état de turgescence des tissus chlorophylliens, au moins quand il s'agit de feuilles un tant soit peu rigides; les fleurs, au contraire, se fanent peu à peu, avec tendance à la décoloration. Pour les espèces sensibles, comme le troène ou le chrysanthème, on observe un changement progressif de la coloration des feuilles qui finissent, après 3 ou 4 heures, par devenir brun foncé. L'altération est d'ailleurs bien due aux rayons ultra-violets les plus réfrangibles, car elle cesse de se produire derrière une simple glace de 2^{mm} d'épaisseur.

Une seconde feuille constitue également un écran protecteur d'une grande efficacité; les ombres se dessinent alors sur l'épiderme aussi nettement que sur un papier photographique.

On réalise ainsi, avec une vitesse infiniment plus grande, une reproduction exacte de tous les phénomènes observés autrefois par notre regretté maître Dehérain, mais voici quelques faits nouveaux qui sont de nature à modifier complètement l'interprétation qu'on en donne.

I. Si l'on conserve quelque temps un rameau qui a commencé à brunir sous l'influence de la lampe à mercure, on voit le noircissement s'accentuer de plus en plus pendant plusieurs jours : l'effet commencé se poursuit après que sa cause a cessé d'agir.

Il peut même se manifester avec le temps, alors qu'il n'était pas perceptible à la fin de l'insolation, et c'est ce que l'on observe de la façon la plus nette avec les feuilles de lierre ou de figuier. Après 2 heures d'exposition à 20^{cm} ou 25^{cm} de la lampe, il ne s'est encore produit aucune altération visible du parenchyme, sauf peut-être une plus grande matité de l'épiderme; la chlorophylle est restée intacte et il est difficile

de distinguer les endroits qui ont été éclairés de ceux qui sont restés dans l'ombre. Au bout de 24 heures de conservation à la lumière du jour, cette distinction s'indique sur la feuille de figuier, au bout de 48 heures seulement sur la feuille de lierre; après 3 jours, l'effet atteint son maximum d'intensité et devient aussi manifeste que si l'insolation avait été au préalable prolongée pendant 5 ou 6 heures.

Dans le cas du figuier, le contraste est particulièrement frappant : les parties insolées sont devenues tout à fait noires, tandis que les autres sont restées d'un beau vert, identique à celui des feuilles fraîches.

En général, si l'éclairement n'a pas été trop violent, l'altération n'est que superficielle; la feuille reste alors turgescente, ce qui prouve que l'irrigation continue à s'y effectuer normalement.

Il s'agit donc ici d'un phénomène qui n'a besoin que d'être amorcé pour se poursuivre ensuite de lui-même, et, comme son résultat final est la rupture complète des équilibres nécessaires à l'intégrité de la chlorophylle et par conséquent à l'accomplissement de la fonction d'assimilation, il est naturel de penser que sa cause première est une dégénérescence du protoplasma, frappé à l'intérieur de la cellule par le rayonnement nocif. L'expérience, comme on va le voir, justifie complètement cette hypothèse.

II. Après un quart d'heure seulement d'exposition au rayonnement de la lampe à mercure, les cellules colorées de *Tradescantia* ou de dahlia rouge cessent de réagir vis-à-vis des solutions salines qui, dans les conditions ordinaires, en provoquent rapidement la plasmolyse ; le sac protoplasmique a perdu ses propriétés semi-perméables, et, en effet, le suc cellulaire ne tarde pas à se dépouiller de sa matière colorante, par diffusion dans l'eau où baigne la préparation. La cellule a été tuée, et l'on conçoit aisément que l'arrêt de l'insolation ne modifie plus alors les conséquences qui résultent fatalement de cet état : la chlorophylle, en particulier, dégénère non pas parce qu'elle a été insolée, mais bien parce qu'elle se trouve dans un milieu devenu inerte, où elle ne peut plus se former et où rien ne s'oppose plus à sa décomposition spontanée. C'est là un point essentiel et, croyons-nous, nouveau, qui nous paraît ressortir avec évidence des observations qui précèdent.

En résumé, nos recherches établissent que :

1° Les rayons ultra-violets déterminent la mort des cellules végétales dans un espace de temps relativement très court et comparable à celui qu'exige la stérilisation d'un liquide contaminé. Leur action est surtout de surface parce qu'ils sont peu pénétrants.

2° Le noircissement des feuilles, et plus généralement les changements de pigmentation qui s'observent sur les plantes exposées à la lumière directe de l'arc, sont exclusivement dus à la prédominance dans cette lumière des rayons ultra-violets. Ils sont la conséquence de la mort du protoplasme et non, comme on le croyait jusqu'ici, l'effet immédiat de l'insolation électrique.

On s'explique ainsi les effets tardifs dont nous avons parlé ci-dessus, et il n'est pas inutile de mettre en relief à ce propos l'analogie que présentent ces phénomènes avec ceux que l'on observe sur les organes animaux, épiderme, membranes de l'œil, etc., qui ont été soumis aux mêmes influences.

Si enfin l'on rapproche de ces observations l'action déjà connue qu'exercent les rayons ultra-violets sur les solutions diastasiques, les cultures microbiennes et même les champignons inférieurs ([1]), on ne pourra s'empêcher de reconnaître que cette source d'énergie représente l'une des plus puissantes causes de destruction de la vie cellulaire.

Faut-il y voir une intervention directe du mouvement vibratoire qui les caractérise, semblable à celle des rayons orangés dans l'acte de l'assimilation, ou bien l'action secondaire de corps antiseptiques, tels que l'eau oxygénée, produits sous leur influence? C'est ce qu'il est encore impossible de préciser actuellement.

MICROBIOLOGIE. — *Sur la précipitation des tuberculines par le sérum d'animaux immunisés contre la tuberculose.* Note de MM. **A. Calmette** et **L. Massol.**

Dans une précédente Note en collaboration avec C. Guérin l'un de nous a décrit une méthode d'immunisation des bovidés contre la tuberculose au moyen d'injections intraveineuses de bacilles bovins cultivés sur bile de bœuf glycérinée ([2]). Cette méthode a permis d'obtenir un sérum doué d'un pouvoir agglutinant extraordinairement actif.

Ce même sérum, étudié par nous, s'est montré apte, dans les conditions ci-après décrites, à précipiter les solutions de diverses tuberculines. C'est la première fois, croyons-nous, qu'une telle propriété a pu être observée.

1^g de tuberculine précipitée par l'alcool est dissous dans 30^{cm^3} d'eau salée physiologique. Lorsque la dissolution est complète et parfaitement limpide, on ajoute 20^{cm^3} du sérum dont il s'agit. Le mélange devient louche et, après 1 heure de contact, on voit apparaître un précipité. Après 24 heures de

---

([1]) Laurent Raybaud, *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 634.

([2]) *Comptes rendus*, 2 novembre 1909.

séjour à la glacière, on centrifuge pour séparer le liquide qui se décante facilement. Le précipité, insoluble dans l'eau pure ou physiologique, soluble dans l'eau légèrement acidulée par HCl, est lavé jusqu'à ce qu'il soit devenu incolore. Trois ou quatre lavages suffisent. Après dessiccation, on obtient $0^g,053$ de précipité (5,3 pour 100 de la tuberculine initiale) dont la richesse en azote est de 12,64 pour 100, alors que celle de la tuberculine mise en œuvre était seulement de 9,95 pour 100. La substance précipitée est donc beaucoup plus riche en azote que la tuberculine initiale.

Le sérum que nous avons étudié possède la même propriété précipitante vis-à-vis de toutes les tuberculines bovines précipitées par l'alcool et vis-à-vis des extraits aqueux préparés par macération des bacilles préalablement lavés. Il précipite également les tuberculines préparées avec des milieux de culture exclusivement minéraux, dans lesquels l'azote est présenté sous forme d'*asparagine*, ou de *succinimide*, ou de *peptone*. Le sérum ne précipite d'ailleurs pas ces dernières substances.

La réaction de précipitation se manifeste avec la même netteté lorsqu'on met le sérum en présence de tuberculines préparées avec des cultures de bacilles d'origine *humaine* ou *aviaire*. Elle se produit aussi, mais beaucoup plus faible, avec les cultures de bacilles *pisciaires* et avec les cultures de *Thimothée-bacille* (*phléole*).

L'action précipitante de notre sérum n'est pas liée à la présence d'*antigène tuberculeux*, car plusieurs des tuberculines expérimentées par nous sont inaptes à fixer les *anticorps* (sensibilisatrices) contenus dans les sérums d'hommes ou d'animaux tuberculeux.

Notre sérum précipitant ne contient pas lui-même d'anticorps décelables par la susdite réaction de fixation (*Bordet-Gengou*) en présence de tuberculines riches en antigène.

La substance précipitée dans les mélanges *tuberculine* + *sérum*, et également le sérum surnageant décanté après centrifugation, donnent des *réactions tuberculiniques locales positives* (ophtalmo-diagnostic et cuti-réaction) et aussi des réactions générales fébriles chez les malades tuberculeux.

Inoculés par voie intracérébrale dans le cerveau des cobayes tuberculeux, les mélanges de tuberculine et de sérum précipitant, même avec un fort excès de ce dernier, produisent les mêmes effets mortels que les mêmes doses de tuberculine seule. Le sérum injecté isolément se montre inoffensif par voie intracérébrale.

La substance précipitante du sérum n'est donc pas une *antituberculine*.

Et puisque notre sérum précipitant et extrêmement agglutinant ne renferme pas d'anticorps capables de fixer l'alexine, il paraît évident que, contrairement à l'opinion de beaucoup d'auteurs (Moreschi, Gay, Pfeiffer, Uhlenhut, Browning, Sachs, etc.), la fixation de cette alexine dans la réaction de Bordet-Gengou n'est, au moins en ce qui concerne la tuberculose, aucunement due à la formation d'un précipité qui l'entraînerait.

M. **Boudier** fait hommage à l'Académie de la livraison 26, série VI, de ses *Icones mycologicæ*.

PLIS CACHETÉS.

M. E. **Doyen** demande l'ouverture de deux plis cachetés, reçus respectivement dans les séances du 1er mars et du 13 avril 1909 et inscrits sous les numéros 7452 et 7470.

Ces deux plis sont ouverts en séance par M. le Président.

Le premier contient une Note intitulée : *Examen des cellules amiboïdes du sang de l'homme et des animaux supérieurs*.

Le second contient une Note intitulée : *Contribution à la biologie des cellules du sang*.

(Renvoi à l'examen de MM. Bouchard et Laveran.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Diverses publications rapportées par M. G. Darboux de son voyage en Amérique à l'occasion des fêtes Hudson-Fulton :

Fortieth annual Report of the Trustees of the American Museum of natural History;

The largest office building in the world;

Hudson-Fulton celebration Commission. American Museum of natural History. The Indians of Manhattan island and vicinity;

Hudson-Fulton edition. Popular official guide to the New York zoological park.

2° *Discours prononcés le* 6 *juin* 1909 *à l'inauguration d'une plaque commémorative sur la maison où est né* AMÉDÉE BONNET.

3° *Chile en* 1908, par EDUARDO POIRIER, Ministre de Guatémala à Santiago. (Transmis par le Ministre des Affaires étrangères.)

4° *Notes sur la vie familiale et juridique de quelques populations du Congo belge,* par A. HUTEREAU, avec la collaboration du baron A. DE HAULLEVILLE et du Dr J. MAES. (Transmis par le Ministre des Colonies de Belgique.)

MM. **ABÉLOUS** et **BARDIER**, **CARRÉ**, **PERAGALLO**, **RECOURA**, **ROUX**, **VIGUIER** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley faites à l'Observatoire de Paris* (équatorial de la tour de l'Est, $0^m,38$ d'ouverture). Note de M. **GIACOBINI**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1909.	Temps moyen de Paris.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	Étoiles.
	h m s	m s			
Nov. 5....	12. 8.34	−2.20,26	−0′.48″,4	15:5	1
» 6....	12.38.56	−4.21,76	−0. 3,4	12:4	2
» 7....	13.17.58	+1.44,39	−5.56,1	12:5	3

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1909,0.

Étoiles.	Autorités.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s		
1....	D.M+16°892 rapp. à Berlin A.1731	5.46.24,90	+2,77	73°.10′. 9″,8	−6,0
2....	Id.	»	+2,80	»	−6,1
3....	Berlin A.1670	5.38.11,94	+2,83	73.16.44,8	−6,2

Positions apparentes de la comète.

Étoiles.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	s	° ′ ″	
Nov. 5......	5.44. 7,41	$\bar{1},413_n$	73. 9.15,4	$0,709_n$
» 6......	5.42. 5,94	$\bar{1},312_n$	73.10. 0,3	$0,692_n$
» 7......	5.39.59,16	$\bar{1},120_n$	73.10.42,5	$0,677_n$

Remarques. — La comète est à l'extrême limite de la visibilité; on distingue néanmoins un petit noyau de 14e grandeur environ entouré d'une nébulosité de 5″ à 6″ tout au plus d'étendue.

ASTRONOMIE. — *La masse de la Lune déduite des observations photographiques de la planète Éros, faites dans les années* 1900 *et* 1901. Note de M. **Arthur R. Hinks**, présentée par M. B. Baillaud.

Une détermination nouvelle de la masse de la Lune devait naturellement suivre une longue série d'observations d'une planète pour la détermination de la parallaxe solaire.

Les observations de la planète Éros, faites dans de nombreux observatoires pendant les mois d'octobre 1900 jusqu'à mars 1901, ont été déjà discutées par moi pour la parallaxe (*Comptes rendus*, 19 avril 1909). Dans ces derniers mois, j'ai discuté de nouveau ces matériaux pour en déduire des corrections à l'équation lunaire dans le mouvement de la Terre, et à la valeur de la masse de la Lune adoptée dans son calcul. J'ai l'honneur de présenter les premiers résultats à l'Académie des Sciences.

Pour la parallaxe, toutes les observations sont réduites au système normal des étoiles de comparaison que j'ai construit d'après l'ensemble des observations de ces étoiles publiées par les divers observatoires. Ce système est fondé sur le Catalogue des étoiles de repère construit par Lœwy. Mais on doit admettre qu'il est bien possible que ce système soit affecté par de légères erreurs semi-systématiques dues à la variation de la grandeur moyenne des étoiles fondamentales dans les parties diverses du cours de la planète. C'est pourquoi je me suis également servi dans cette discussion du système fondamental de M. Cohn, construit par l'emploi du micromètre de passage Repsold, qui doit être à peu près libre de l'équation de grandeur.

Grâce à la bienveillance de M. Baillaud, une nouvelle éphéméride de la

planète a été calculée à l'Observatoire de Paris, par M. Lagarde, expressément pour cet objet. On a jugé que l'éphéméride calculée au moyen des *Tables of the Sun* de Newcomb ne pouvait pas avoir l'exactitude exigée dans la recherche très délicate de la masse de la Lune. M. Lagarde a calculé de nouveau l'éphéméride de la Terre par la méthode des perturbations spéciales. Les améliorations que produisent cette méthode ne sont pas très grandes, mais elles ont néanmoins une influence assez considérable sur la détermination. Qu'il me soit permis d'exprimer à M. Baillaud et à M. Lagarde mes remercîments les plus sincères pour les soins qu'ils ont consacrés à cette question.

Dans la détermination de l'erreur tabulaire on éprouve une difficulté particulière. Il n'est pas possible d'exprimer cette erreur en termes fonctions du temps. Je me trouvais donc forcé d'employer une méthode pratique pour cette détermination. J'ai construit une série des différences normales C — O pour les époques où l'équation lunaire est nulle, et j'ai relié ces points par une courbe continue. Cette opération, répétée plusieurs fois avec toute précaution, et par des méthodes diverses, m'a donné l'erreur tabulaire dont je me suis servi pour la formation des équations de condition.

Soient a l'équation lunaire calculée ; $a(1+\mu)$ l'équation lunaire vraie.

Alors chaque comparaison entre l'éphéméride et l'observation peut fournir une équation de condition :

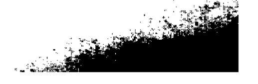
$$(100\mu)a = (\text{erreur tabulaire} + \text{O} - \text{C}) \times 10^{-3},$$

où a est exprimé en dixièmes de seconde de temps.

A cet effet, les observations de chaque jour sont réunies dans une seule moyenne, et chaque jour donne une telle équation. Les quantités a sont fournies par l'éphéméride antérieure calculée à l'Observatoire de Paris.

Des observations photographiques j'ai tiré huit solutions qui donnent les résultats suivants :

I........................	$100\,\mu = +0,142 \pm 0,105$
III........................	$+0,004 \pm 0,116$
IV........................	$+0,065 \pm 0,121$
V........................	$+0,129 \pm 0,071$
VI........................	$+0,081 \pm 0,102$
VII........................	$+0,071 \pm 0,077$
VIII........................	$+0,071 \pm 0,059$
IX........................	$+0,092 \pm 0,043$



Les solutions I, III, IV, VI, VIII sont fondées sur le système normal de Cambridge; les solutions V, VII, IX, sur le système Cohn.

Je dois réserver pour un Mémoire détaillé l'explication des particularités de ces huit solutions. Elles proviennent toutes, à peu près, des mêmes matériaux, et il n'est pas possible de les combiner comme indépendantes. Des moyennes convenablement pondérées donnent pour résultat

$$100\mu = +0,085 \text{ à peu près.}$$

Nous pouvons adopter

$$100\mu = +0,085 \pm 0,050$$

comme résultat définitif de notre discussion.

Soient :

π la parallaxe solaire adoptée dans les calculs de l'équation lunaire tabulaire (8'',790);

$\Delta\pi$ la correction à cette valeur;

E la valeur adoptée dans les calculs pour le rapport de la masse de la Terre à la masse de la Lune (81,45);

ΔE la correction qu'exige E.

Nous avons

$$\frac{\pi + \Delta\pi}{E + \Delta E + 1} = \frac{\pi}{E + 1}(1 + \mu),$$

d'où

$$\Delta E = 9,37\,\Delta\pi - 82,45\,\mu.$$

D'après nos résultats définitifs pour la parallaxe solaire,

$$\Delta\pi = +0'',016.$$

Alors

$$\Delta E = +0,080, \qquad E = 81,53 \pm 0,049,$$

où nous avons inclus dans l'erreur probable l'influence de l'incertitude de notre correction à la parallaxe solaire.

Et des relations bien connues entre la masse de la Lune, la constante de la nutation et la constante d'ellipticité de la Terre, nous tirons

$$\frac{C - A}{C} = 0,003278,$$

$$\text{constante de la nutation} = 9'',213.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Module d'une série de Taylor.* Note de M. **Eugène Fabry**.

Pour les valeurs $x = \rho e^{\omega i}$, de module ρ, inférieur au rayon de convergence, le maximum du module de la fonction $f(x) = \sum_0^\infty a_n x^n$ est au moins égal au module d'un terme quelconque $a_n \rho^n$ (Cauchy, *Œuvres*, 1[re] série, t. VIII, p. 288). Ce théorème peut être généralisé en considérant des sommes de termes successifs. Formons la somme

$$\sum_{\nu=0}^{\mu-1}\left(1+e^{-2\frac{\nu\pi i}{\mu}}+e^{-4\frac{\nu\pi i}{\mu}}+\ldots+e^{-2(p-1)\frac{\nu\pi i}{\mu}}\right)e^{-2m\frac{\nu\pi i}{\mu}}f\left(xe^{2\frac{\nu\pi i}{\mu}}\right)$$

$$=\sum_{n=0}^{\infty}a_n x^n\sum_{\nu=0}^{\mu-1}\left(e^{2(n-m)\frac{\nu\pi i}{\mu}}+e^{2(n-m-1)\frac{\nu\pi i}{\mu}}+\ldots+e^{2(n-m-p+1)\frac{\nu\pi i}{\mu}}\right);$$

ces p sommes sont nulles, sauf si $n-m$ a l'une des valeurs $h+k\mu$, où k est entier, $h=0, 1, \ldots, p-1$. Si $\mu \geqq m+p$, le second membre se réduit à

$$\mu\sum_{k=0}^{\infty}\sum_{h=0}^{p-1}a_{m+h+k\mu}x^{m+h+k\mu}.$$

Dans le premier membre, $f(x)$ est multiplié par p; le coefficient de $f\left(xe^{2\frac{\nu\pi i}{\mu}}\right)$ a pour module la valeur absolue de

$$e^{(p-1)\frac{\nu\pi i}{\mu}}+e^{(p-3)\frac{\nu\pi i}{\mu}}+\ldots+e^{(1-p)\frac{\nu\pi i}{\mu}}=\frac{\sin\frac{p\nu\pi}{\mu}}{\sin\frac{\nu\pi}{\mu}},$$

qui a le signe de $\sin\frac{p\nu\pi}{\mu}$.

Prenons $\mu=\lambda p$, λ étant entier, et $\nu=\alpha\lambda+\beta$, où

$$\beta=0, 1, \ldots, \lambda-1; \qquad \alpha=0, 1, \ldots, p-1; \qquad \nu=0, 1, \ldots, \lambda p-1.$$

$$\sin\frac{p\nu\pi}{\mu}=\sin\left(\alpha+\frac{\beta}{\lambda}\right)\pi \qquad \text{a le signe de } (-1)^\alpha.$$

La somme des modules des μ coefficients de f, dans le premier membre,

est

$$\sum_{\alpha=0}^{p-1}\sum_{\beta=0}^{\lambda-1}e^{\alpha\pi i}\sum_{q=0}^{p-1}e^{(p-1-2q)(\alpha\lambda+\beta)\frac{\pi i}{\lambda p}}$$

$$=\sum_{q=0}^{p-1}\sum_{\alpha=0}^{p-1}e^{-\alpha(1+2q)\frac{\pi i}{p}}\sum_{\beta=0}^{\lambda-1}e^{\beta(p-1-2q)\frac{\pi i}{\lambda p}}$$

$$=\sum_{q=0}^{p-1}\frac{2}{1-e^{-(1+2q)\frac{\pi i}{p}}}\,\frac{1+e^{-(1+2q)\frac{\pi i}{p}}}{1-e^{(p-1-2q)\frac{\pi i}{\lambda p}}}=\sum_{q=0}^{p-1}\cot\frac{1+2q}{2p}\pi.\cot\frac{p-1-2q}{2\lambda p}\pi$$

$$<\sum_{q=0}^{p-1}\frac{\sin\frac{p-1-2q}{2p}\pi}{\sin\frac{1+2q}{2p}\pi}\,\frac{2\lambda p}{\pi(p-1-2q)}<\lambda\sum_{q=0}^{p-1}\frac{1}{\sin\frac{1+2q}{2p}\pi}$$

$$<\lambda\left(\frac{2}{\sin\frac{\pi}{2p}}+\int_1^p\frac{dx}{\sin\frac{\pi x}{2p}}\right)=2\lambda\left(\frac{1}{\sin\frac{\pi}{2p}}+\frac{p}{\pi}\mathrm{L}\cot\frac{\pi}{4p}\right)$$

$$<2\lambda\left(\frac{1}{\sin\frac{\pi}{2p}}+\frac{p}{\pi}\mathrm{L}\frac{4p}{\pi}\right)<2\lambda p\left(1+\frac{1}{\pi}\mathrm{L}p\right),$$

si $p\geqq 2$.

Soit M le maximum du module de $f(xe^{\omega i})$ lorsque ω varie. Si λ augmente indéfiniment, la première relation donne

$$|a_m x^m+a_{m+1}x^{m+1}+\ldots+a_{m+p-1}x^{m+p-1}|<2\mathrm{M}\left(1+\frac{\mathrm{L}p}{\pi}\right).$$

Un calcul analogue conduit également à la formule plus générale

$$|a_m x^m+a_{m+q}x^{m+q}+a_{m+2q}x^{m+2q}+\ldots+a_{m+(p-1)q}x^{m+(p-1)q}|<2\mathrm{M}\left(1+\frac{\mathrm{L}p}{\pi}\right).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes de rationalité des systèmes d'équations différentielles ordinaires.* Note de M. E. **Vessiot**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soit donné, dans un domaine de rationalité déterminé, le système

$$(1)\qquad \frac{dx_i}{dx}=p_i(x, x_1, \ldots, x_n)\qquad (i=1, 2, \ldots, n).$$

Intégrer ce système équivaut à trouver les *équations de définition* (¹) du groupe (P) engendré par la transformation infinitésimale

$$(2) \qquad \varpi f \equiv \frac{\partial f}{\partial x} + \sum_{i=1}^{n} p_i(x, x_1, \ldots, x_n) \frac{\partial f}{\partial x_i}.$$

L'ensemble de toutes les transformations de la forme

$$(3) \qquad \bar{x} = x + \text{const.}, \qquad \bar{x}_i = f_i(x, x_1, \ldots, x_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

qui laissent ϖf invariante, forme un groupe *rationnel* (G), dont (P) est un sous-groupe. Nous désignerons par (g) tout sous-groupe rationnel de (G), contenant (P); et nous appellerons *groupe caractéristique* du système (1) le groupe (γ) commun à tous les groupes (g).

Ce groupe caractéristique peut jouer le rôle de *groupe de rationalité* du système (1), en ce sens que c'est de la *structure* de ce groupe que dépend la nature des opérations à effectuer pour intégrer ce système. Les remarques suivantes montreront comment la notion de ce groupe, qui est intuitive, conduit, très facilement, à celle des groupes de rationalité introduits par M. Drach. L'emploi direct de ce groupe caractéristique est, du reste, plus pratique dans beaucoup d'applications.

2. Les équations de définition d'un groupe (g) se composent des équations

$$(4) \qquad \frac{\partial x'}{\partial x} = 1, \qquad \frac{\partial x'}{\partial x_i} = 0, \qquad \varpi x'_i = p_i(x', x'_1, \ldots, x'_n) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

et d'un système (E), où figurent seulement, en plus des variables, des dérivées des x'_i par rapport aux x_i. Associons au système (E) les équations

$$(5) \qquad \varpi x'_i = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

et considérons x' comme une constante donnée : le système rationnel (6) ainsi formé est automorphe; ses solutions se déduisent de l'une quelconque d'entre elles en effectuant, soit sur les x'_i, soit sur les x_i, les transformations du plus grand sous-groupe $(\bar{g})$ de (g) laissant invariante la variable x; et une de ces solutions est la solution principale de $\varpi f = 0$, qui correspond à $x = x'$.

(¹) Nous entendons par *équations de définition* d'un groupe ce que S. Lie appelait les « équations de définition de ses transformations finies ». Et nous disons, pour abréger, que le groupe est *rationnel* quand ses équations de définition sont rationnelles.

3. Désignons par (s) tout système différentiel rationnel, aux variables indépendantes x, x_1, ..., x_n, et aux fonctions inconnues x'_1, ..., x'_n, contenant les équations (5). A un tel système correspond un groupe (g), formé de toutes les transformations de (G) qui, effectuées sur x, x_1, ..., x_n, laissent (s) invariant; et ce groupe (g) fournit, comme on l'a vu, un système automorphe rationnel (σ). Or, il existe des changements de variables dont chacun, effectué dans (σ) sur x'_1, ..., x'_n, fournit un système automorphe (σ') dont toutes les solutions appartiennent à (s). Donc l'ordre différentiel de (s) est au moins égal à l'ordre différentiel du système (σ) correspondant.

Dès lors, si (s) est d'*ordre différentiel* minimum, cet ordre est égal à celui du système (σ) correspondant; et (s) se confond avec chacun des systèmes (σ') correspondants. De plus, le système (σ) est, lui aussi, d'ordre différentiel minimum; et le groupe (g) qui correspond à (s) est le groupe caractéristique (γ).

Donc *tout système (s) d'ordre minimum est automorphe, et le groupe correspondant est semblable au plus grand sous-groupe du groupe caractéristique laissant la variable x invariante.*

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur une identité dans la théorie des formes binaires quadratiques.* Note de M. **Demetrius Gravé**, présentée par M. Émile Picard.

1. Prenons arbitrairement deux formes quadratiques

$$(A, B, C), \quad (\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C})$$

et désignons par

$$(a, b, c), \quad (a_1, b_1, c_1)$$

les transformées de la forme (A, B, C) par les substitutions

$$\begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} \alpha_1 & \beta_1 \\ \gamma_1 & \delta_1 \end{pmatrix},$$

à déterminants

$$\alpha\delta - \gamma\beta = e, \quad \alpha_1\delta_1 - \beta_1\gamma_1 = e_1$$

et par

$$(\mathfrak{a}, \mathfrak{b}, \mathfrak{c}), \quad (\mathfrak{a}_1, \mathfrak{b}_1, \mathfrak{c}_1)$$

les transformées de la forme $(\mathfrak{A}, \mathfrak{B}, \mathfrak{C})$ par les substitutions

$$\begin{pmatrix} \alpha & \gamma \\ \beta & \delta \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} \alpha_1 & \gamma_1 \\ \beta_1 & \delta_1 \end{pmatrix}.$$

En outre, introduisons encore les notations

$$\begin{aligned} a' &= A\alpha\alpha_1 + B(\alpha\gamma_1+\gamma\alpha_1) + C\gamma\gamma_1, \\ 2b' &= A(\alpha\beta_1+\beta\alpha_1) + B(\alpha\delta_1+\delta\alpha_1+\beta\gamma_1+\gamma\beta_1) + C(\gamma\delta_1+\delta\gamma_1), \\ c' &= A\beta\beta_1 + B(\beta\delta_1+\delta\beta_1) + C\delta\delta_1 \end{aligned}$$

et les suivantes :

$$\begin{aligned} \mathfrak{a}' &= \mathfrak{A}\alpha\alpha_1 + \mathfrak{B}(\alpha_1\beta+\beta_1\alpha) + \mathfrak{C}\beta\beta_1, \\ 2\mathfrak{b}' &= \mathfrak{A}(\alpha\gamma_1+\gamma\alpha_1) + \mathfrak{B}(\alpha\delta_1+\delta\alpha_1+\beta\gamma_1+\gamma\beta_1) + \mathfrak{C}(\beta\delta_1+\delta\beta_1), \\ \mathfrak{c}' &= \mathfrak{A}\gamma\gamma_1 + \mathfrak{B}(\gamma\delta_1+\delta\gamma_1) + \mathfrak{C}\delta\delta_1. \end{aligned}$$

En premier lieu on aura

$$\begin{aligned} \Omega &= \mathfrak{A}a + 2\mathfrak{B}b + \mathfrak{C}c = A\mathfrak{a} + 2B\mathfrak{b} + C\mathfrak{c}, \\ \Omega' &= \mathfrak{A}a' + 2\mathfrak{B}b' + \mathfrak{C}c' = A\mathfrak{a}' + 2B\mathfrak{b}' + C\mathfrak{c}', \\ \Omega_1 &= \mathfrak{A}a_1 + 2\mathfrak{B}b_1 + \mathfrak{C}c_1 = A\mathfrak{a}_1 + 2B\mathfrak{b}_1 + C\mathfrak{c}'_1. \end{aligned}$$

L'identité que nous voulons signaler est la suivante :

$$(1) \qquad \Omega'\Omega' - \Omega\Omega_1 = D\mathfrak{N}^2 + \mathfrak{D}N^2 - D\mathfrak{D}\Delta$$

où

$$\begin{gathered} D = B^2 - AC, \qquad \mathfrak{D} = \mathfrak{B}^2 - \mathfrak{A}\mathfrak{C}, \\ N = A(\alpha\beta_1-\beta\alpha_1) + B(\beta_1\gamma+\alpha\delta_1-\alpha_1\delta-\beta\gamma_1) + C(\gamma\delta_1-\gamma_1\delta), \\ \mathfrak{N} = \mathfrak{A}(\alpha\gamma_1-\gamma\alpha_1) + \mathfrak{B}(\alpha\delta_1+\beta\gamma_1-\gamma\beta_1-\alpha_1\delta) + \mathfrak{C}(\beta\delta_1-\delta\beta_1), \\ \Delta = (\alpha_1\delta+\alpha\delta_1-\beta\gamma_1-\beta_1\gamma)^2 - 4ee_1 = \Delta_0 + 2ee_1. \end{gathered}$$

2. Si l'on remarque que

$$\begin{aligned} N^2 - D\Delta_0 &= ac_1 - 2bb_1 + a_1c, \\ \mathfrak{N}^2 - \mathfrak{D}\Delta_0 &= \mathfrak{a}\mathfrak{c}_1 - 2\mathfrak{b}\mathfrak{b}_1 + \mathfrak{a}_1\mathfrak{c}, \end{aligned}$$

on peut donner à l'identité (1) encore la forme suivante :

$$\Omega'\Omega' - \Omega\Omega_1 = D(\mathfrak{a}\mathfrak{c}_1 - 2\mathfrak{b}\mathfrak{b}_1 + \mathfrak{a}_1\mathfrak{c}) + \mathfrak{D}(ac_1 - 2bb_1 + a_1c) + D\mathfrak{D}(2\Delta_0 - \Delta).$$

3. A l'aide de l'identité (1) on peut aisément obtenir tous les détails de l'analyse de Gauss, que ce grand géomètre donne dans les paragraphes 162-166 de ses *Disquisitiones arithmeticæ*.

En effet, si l'on fait

$$a_1 = a, \qquad b_1 = b, \qquad c_1 = c,$$

on aura

$$e^2 = e_1^2.$$

4. *Le cas* $e = e_1$. — On obtient aisément que dans ce cas on a

$$N^2 - D\Delta = 0,$$

et nous sommes parvenus à l'équation de Pell

$$\Omega'\Omega' - \Omega\Omega = D\mathfrak{N}^2.$$

5. *Le cas* $e = -e_1$. — On obtient dans ce cas les détails de l'analyse par laquelle Gauss démontre l'existence de la forme *anceps*.

En effet, dans ce cas, on a deux relations

$$(2) \qquad \alpha\delta_1 + \delta\alpha_1 - \beta\gamma_1 - \gamma\beta_1 = 0, \qquad N = 0.$$

Si l'on pose

$$\alpha\delta_1 - \beta\gamma_1 = k, \qquad \beta\alpha_1 - \alpha\beta_1 = l, \qquad \gamma\delta_1 - \delta\gamma_1 = p, \qquad \alpha_1\delta - \beta_1\gamma = k_1.$$

On peut écrire les relations (2) de la manière suivante :

$$(3) \qquad k + k_1 = 0, \qquad -Al + 2Bk + Cp = 0.$$

Comme l'expression

$$-Al + 2Bk + Cp$$

est un invariant simultané de deux formes

$$(4) \qquad (A, B, C), \quad (p, -k, -l),$$

on peut donc prendre la substitution de Gauss (§ 164)

$$\begin{pmatrix} m & u & \zeta \\ n & v & \xi \end{pmatrix}$$

qui transforme les formes (4) en les suivantes :

$$(A', B', C'), \quad (p', -k', -l')$$

satisfaisant à la relation

$$-A'l' + 2B'k' + C'p' = 0.$$

Pour obtenir la forme (A′, B′, C′) *anceps*

$$2B' \equiv 0 \qquad (\text{mod}\, A'),$$

il ne reste qu'à poser

$$(5) \qquad p' = pm^2 - 2kmn - ln^2 = 0$$

et à faire l' divisible par k'.

Les deux racines de l'équation (5) par rapport à $\frac{m}{n}$ donnent deux formes *anceps* différentes. Une de ces formes est celle de Gauss (§ 164).

PHYSIQUE. — *Pendule composé de construction très simple dont on connaît immédiatement la longueur du pendule synchrone. — Nouvelle méthode pour déterminer g.* Note de M. **H. Pellat**, transmise par M. Wolf.

Quoique les propriétés d'un pendule bifilaire aient probablement déjà été indiquées ([1]), il ne semble pas qu'on ait attaché une importance suffisante à leur remarquable simplicité, ni qu'on les ait utilisées pour la détermination de l'intensité de la pesanteur. C'est ce qui m'engage à appeler l'attention sur elles, et à indiquer une méthode nouvelle, susceptible de précision, pour déterminer g.

Considérons un corps C de forme et de dimension quelconque, soutenu par deux fils souples de même longueur A_1A_2, B_1B_2, et disposés de telle façon que, dans la position d'équilibre, ils soient parallèles et, par conséquent, verticaux. Le plan vertical P déterminé par les deux fils contient alors le centre de gravité de C. Si l'on écarte le corps de cette position, de façon à laisser le centre de gravité dans le plan P, puis qu'on l'abandonne sans vitesse, le mouvement oscillatoire du corps C sera un *mouvement de translation*, tous les points du corps décrivant des arcs de cercle égaux dans des plans parallèles à P. Il en résulte que l'oscillation de chacun de ces points se fera comme l'oscillation du point pesant d'un pendule simple ayant pour longueur la longueur même de chacun des fils de suspension : *la longueur des fils est la longueur du pendule synchrone.*

En effet, supposons d'abord la masse des deux fils négligeable, leur souplesse parfaite, et l'oscillation se faisant dans le vide. Soient M la masse de C, l la longueur des fils, α l'angle d'écart et β l'angle au temps t. L'espace parcouru est pour chaque point $l(\alpha-\beta)$, et la vitesse $-l\frac{d\beta}{dt}$; le théorème des forces vives donne immédiatement

$$(1) \qquad \mathrm{M}l^2\left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2 = 2\,\mathrm{M}gl(\cos\beta - \cos\alpha)$$

([1]) Dans l'Ouvrage si intéressant de M. Wolf sur le pendule, se trouve une bibliographie très complète sur cette question. En la consultant, j'ai noté cinq Mémoires, l'un de Daniel Bernouilli de 1774, le second de Nicolas Fuss de 1785, le troisième de Bowditch de 1815, le quatrième de Luxemberg de 1883, et le cinquième de Hopp de 1884, qui, d'après les titres, doivent probablement parler de la propriété des pendules bifilaires indiquée ci-dessus.

ou

$$\left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2 = 2\frac{g}{l}(\cos\beta - \cos\alpha), \tag{2}$$

équation identique à celle d'un pendule simple de longueur l, et qui donne pour durée d'oscillation l'expression bien connue.

Dans la pratique, il conviendra de remplacer les fils de suspension par des rubans métalliques extrêmement minces, dont la largeur sera, bien entendu, perpendiculaire au plan de flexion, et qui, pour une même force portante, auront une souplesse plus grande; en outre ils empêcheront l'oscillation conique.

Voyons maintenant comment on peut tenir compte, et éliminer par deux expériences toutes les causes perturbatrices négligées dans le calcul théorique.

Les rubans métalliques de suspension interviennent par leur force vive, qui, en appelant m la masse de chacun d'eux, est $\frac{ml^2}{3}\left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2$ pour chacun, par le moment de leur poids $mg\frac{l}{2}\sin\beta$ pour chacun, et enfin par leur élasticité, qui ajoute un terme de la forme $\varphi\beta$ ou $\varphi\sin\beta$, vu la petitesse de β, en désignant par φ une constante, au moment des forces de pesanteur. L'air ambiant intervient par son effet hydrostatique, qui diminue du poids p de l'air déplacé le poids de C, et par son effet hydrodynamique, qui, comme on le sait, se traduit par une augmentation m' de la masse entraînée; m' est une constante pour un pendule de même forme extérieure oscillant dans le même air avec la même amplitude, ou à peu près, quelle que soit la masse du pendule. En tenant compte de ces termes correctifs, le théorème des forces vives donne

$$\left(M + \frac{2}{3}m + m'\right)l^2\left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2 = 2[(Mg - p)l + mgl + \varphi](\cos\beta - \cos\alpha), \tag{3}$$

ce qui fournit, vu la petitesse des termes correctifs, la relation

$$\left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2 = 2\frac{g}{l\left(1 + \frac{\mu}{M}\right)}(\cos\beta - \cos\alpha), \tag{4}$$

en posant

$$\mu = \frac{p}{g} - \frac{m}{3} + m' - \frac{\varphi}{lg}. \tag{5}$$

Cette quantité μ est une constante pour des pendules de même forme extérieure oscillant dans le même air, avec sensiblement la même longueur pour les rubans de suspension identiques, et la même amplitude. La durée d'oscillation de ce pendule ne diffère donc de celle d'un pendule simple de longueur l qu'en ce que la longueur est multi-

pliée par le facteur $1+\frac{\mu}{M}$; on a donc pour sa durée T d'oscillation

$$(6)\qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{l\left(1+\frac{\mu}{M}\right)}{g}}(1+A),$$

en désignant par A la série bien connue en $\sin\frac{\alpha}{2}$.

Supposons maintenant que le corps C contienne une cavité, que celle-ci soit pleine de mercure dans une première détermination de la durée d'oscillation (T_1), correspondant à une masse M_1 du corps C et à une longueur l_1 des rubans, puis qu'on fasse une seconde détermination de la durée d'oscillation (T_2) après avoir vidé de mercure la cavité, de façon que la masse de C soit devenue M_2, la longueur des rubans ayant une longueur l_2 presque égale à l_1 et avec à peu près les mêmes amplitudes pour que μ et A aient les mêmes valeurs. En appliquant la relation (6) à chacune de ces déterminations, on obtient, par une division membre à membre des deux égalités,

$$(7)\qquad \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{l_1}{l_2}\,\frac{1+\frac{\mu}{M_1}}{1+\frac{\mu}{M_2}},$$

ce qui fait connaître le terme correctif μ. Ce terme, porté dans la relation (6), permet de déduire g d'une des deux déterminations précédentes.

Le corps C pourrait être formé d'un anneau métallique horizontal, portant les pinces-étaux destinées à serrer les rubans aux extrémités d'un même diamètre; sur cet anneau serait mastiquée une boule de verre possédant deux robinets suivant un même diamètre vertical. Il conviendrait de faire les rubans en métal invar.

Sous cette forme, la méthode paraît susceptible de précision, est plus simple que celle du pendule réversible à couteaux interchangeables, et ne nécessite qu'un appareil bien moins coûteux.

ÉLECTRICITÉ. — *Phosphorescence et oxydation de l'arsenic.* Note de M. L. BLOCH, présentée par M. Bouty.

La phosphorescence de l'arsenic aux environs de 200° a été signalée par Joubert ([1]). Nous en avons entrepris l'étude afin de comparer ce cas de phosphorescence à celui du soufre ([2]) et à celui du phosphore ([3]).

([1]) Cf. JOUBERT, *Ann. École Norm.*, 1874.

([2]) Voir L. BLOCH, *Comptes rendus*, 1909.

([3]) Voir L. et E. BLOCH, *Comptes rendus*, 1908.

I. La phosphorescence de l'arsenic est accompagnée de formation d'anhydride arsénieux. Ce corps se dépose en quantité visible dans le voisinage de la phosphorescence. Comme dans les cas du soufre et du phosphore, la phosphorescence est donc corrélative d'une *oxydation*.

II. L'oxydation du phosphore et celle du soufre produisent des quantités notables d'ozone. Dans le cas de l'arsenic, *ni la phosphorescence, ni la combustion vive ne produisent d'ozone*.

III. La phosphorescence du phosphore est accompagnée d'ionisation, tandis que celle du soufre ne l'est pas. La phosphorescence de l'arsenic ne s'accompagne, elle non plus, d'aucune ionisation. *Elle constitue un nouvel exemple de combustion avec luminescence, mais sans aucune conductibilité du milieu.*

Nous avons recherché si, dans le cas de combustion vive, la flamme de l'arsenic était isolante comme celle du soufre. L'expérience a montré que la flamme de l'arsenic produit des ions en abondance. Mais on ne peut maintenir cette flamme qu'au prix d'une élévation de température très considérable, et il paraît impossible d'éviter dans ce cas les phénomènes d'ionisation par incandescence.

IV. La phosphorescence du phosphore est liée à la combustion de l'anhydride phosphoreux en anhydride phosphorique. Dans le cas du soufre, les gaz de la phosphorescence contiennent à la fois de l'anhydride sulfureux et de l'anhydride sulfurique. Nous avons recherché si dans la phosphorescence de l'arsenic, à côté de l'anhydride arsénieux immédiatement visible, il ne se formerait pas de l'anhydride arsénique.

Un poids déterminé d'arsenic métallique est mis dans un tube de verre ou de porcelaine chauffé électriquement. A la suite de ce tube est placée une allonge suivie d'un laveur à eau distillée. Un courant d'air entraîne les produits de la phosphorescence ou de la combustion. Quand tout l'arsenic est brûlé, on laisse refroidir, puis on lave le tube et l'allonge avec très peu d'eau distillée. On dose l'acide arsénique dans les eaux de lavage (en présence d'acide arsénieux) au moyen d'une liqueur titrée d'azotate d'argent [1].

Les résultats obtenus sont les suivants. L'oxydation de l'arsenic par l'oxygène de l'air (ou par l'oxygène pur) accompagnée soit de phosphorescence, soit de flamme vive, *donne toujours lieu à la formation d'anhydride arsénique* [2]. Cet anhydride se dépose presque intégralement dans les

(1) La précipitation n'est pas absolument complète, mais très suffisante pour un dosage approché.

(2) Il est à noter que l'anhydride arsénieux du commerce, provenant dn grillage des arséniures, contient toujours de l'anhydride arsénique.

parties de l'appareil les plus rapprochées du lieu où se fait la combustion. La proportion d'anhydride arsénique formé est d'autant plus grande que la combustion s'est faite à température plus basse. Dans le cas le plus favorable que nous ayons examiné, la proportion d'arsenic passant à l'état arsénique atteint $\frac{1}{30}$. Rien ne prouve qu'on ne puisse dépasser ce rendement.

Il était important de savoir si l'anhydride arsénique se produit secondairement par oxydation de l'anhydride arsénieux comme l'anhydride phosphorique par oxydation de l'anhydride phosphoreux. On sait depuis les travaux d'Auger (1) que l'anhydride arsénique se décompose à chaud en anhydride arsénieux et oxygène. Si à côté de cette décomposition il y avait place pour la réaction inverse, on comprendrait que, dans la combustion de l'arsenic, on trouve l'anhydride arsénique comme produit d'oxydation de l'anhydride arsénieux.

J'ai chauffé dans un courant d'air, à des températures variant de 270° à 450°, des quantités notables d'anhydride arsénieux (exempt d'anhydride arsénique). Il a été impossible de déceler aucune formation d'acide arsénique. On doit en conclure que la décomposition de l'anhydride arsénique n'est pas réversible, et que, dans la combustion de l'arsenic, l'anhydride arsénique *se forme directement aux dépens du métal*. Le premier produit d'oxydation de l'arsenic serait donc l'anhydride arsénique; celui-ci, en se décomposant, donnerait naissance à l'anhydride arsénieux.

V. A la liste des réactions chimiques qui ne produisent pas d'ionisation, il convient d'ajouter, outre la phosphorescence de l'arsenic, la formation du chlorure d'arsenic (sans incandescence) et celle du chlorure de soufre à partir des éléments.

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement total et monochromatique des lampes à incandescence*. Note de MM. C. **Féry** et C. **Chéneveau**, présentée par M. Bouty.

Au cours d'une étude sur le rayonnement des lampes à incandescence, nous sommes arrivés à un certain nombre de résultats qu'il nous a paru intéressant de résumer dans la présente Note.

I. *Lampe à incandescence à filament de charbon*. — 1° Si l'on mesure la température absolue T du filament (2), en fonction des watts W, on re-

(1) V. Auger, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1059.

(2) Cette mesure se faisait à l'aide du pyromètre optique à absorption, déjà décrit par l'un de nous (C. Féry, *J. Phys.*, 4e série, t. III, 1904, p. 32).

marque que la relation très simple

$$W = aT^4 \qquad (a = 2{,}95.10^{-12})$$

représente très exactement la loi observée. Ceci montre que les pertes par conductibilité et par convection deviennent négligeables quand la temrature du filament atteint 1500° à 1900° C., puisque la seule loi de Stéfan représente le phénomène [1];

2° Nous avons trouvé que la fonction $I = f(W)$, dans laquelle I représente l'intensité lumineuse, est de la forme exponentielle.

D'après la loi du rayonnement monochromatique et celle du déplacement qu'on peut combiner avec la précédente, on a, en effet,

$$I = 2{,}08.10^6 e^{-\frac{32{,}05}{\sqrt[4]{W}}}.$$

Cette relation a été vérifiée, *dans de larges limites*, soit par les méthodes photométriques ordinaires, soit à l'aide du photomètre à lecture directe présenté par l'un de nous [2].

La loi de proportionnalité des intensités lumineuses au cube des watts n'est donc que grossièrement approchée, sauf au voisinage du régime normal de la lampe.

II. *Lampe à incandescence à filament de tungstène.* — Pour une telle lampe, on commettrait une erreur évidente dans l'évaluation même approchée de la température du filament de la lampe, si l'on supposait son rayonnement égal à celui du charbon.

Nous avons pensé que l'étude du rayonnement d'un métal inoxydable,

---

(1) Les pertes par conductibilité sont évidemment proportionnelles à l'excès de la température du filament sur celle de ses supports. Or, ce filament n'a que $0^{mm},03$ de diamètre, et sa longueur est très grande (60^{cm}), ce qui fait que cette perte est petite.

D'autre part, il est bien probable que les calories entraînées par convection sont sensiblement proportionnelles au carré de l'excès de la température de l'ampoule sur l'air ambiant. Dans un travail remarquable sur la détermination de l'équivalent mécanique de la lumière (*J. de Physique*, 4e série, t. VII, 1908, p. 872), le Dr Drysdale a montré expérimentalement que cette perte n'est que de 1 à 2 pour 100 de l'énergie totale dissipée par la lampe. Il se servait pour cela d'un calorimètre spécial recevant le courant d'air chaud qui s'élève au-dessus de l'ampoule.

La formule la plus générale représentant le phénomène complexe paraît donc être $W = aT^4 + bT^2 + cT$ en négligeant t, température ambiante, devant T, T^2 et T^4, et dans cette formule le seul terme important est le premier.

(2) C. Féry, *J. Phys.*, 4e série, t. VII, 1908, p. 632.

tel que le platine, pouvant être chauffé à l'air, nous donnerait l'ordre de grandeur des coefficients de la loi du rayonnement d'une surface de métal à pouvoir réflecteur élevé comme le tungstène.

Un pyromètre optique a été étalonné par rapport au platine, comme nous l'avons indiqué dans un travail précédent (¹). Il nous a permis alors de mesurer la température absolue T d'un manchon en toile de platine chauffé dans la flamme d'un bec Méker à air soufflé. A ce moment, si l'on mesure à l'aide d'un télescope pyrométrique à miroir doré, la radiation totale W (²), on pourra déterminer la loi qui la relie à la température absolue T; on trouve que

$$W = a_1 T^{4,6} \qquad (a_1 = 1,89.10^{-12}).$$

En admettant qu'une loi analogue s'applique au filament de tungstène, c'est-à-dire que l'énergie en watts dépensée dans la lampe est proportionnelle à la puissance 4,6 de la température absolue, on trouve que l'intensité lumineuse est donnée, en fonction de la puissance électrique, par la relation

$$I = 3,08.10^6 e^{-\frac{27.63}{\sqrt[1,6]{W}}}.$$

Ces diverses lois mènent, entre autres résultats intéressants, à ceux-ci qui sont conséquence l'un de l'autre : en régime normal, la température du filament de la lampe à charbon est moins élevée (1780° vulgaires) que celle du filament de tungstène (1875° vulgaires) (³); le rendement spécifique de la lampe à filament métallique est plus grand $\left(0,82\ \frac{\text{bougie}}{\text{watt}}\right)$ que celui de la lampe à filament de charbon $\left(0,29\ \frac{\text{bougie}}{\text{watt}}\right)$. Ce dernier fait, déjà sanctionné par la pratique industrielle, est ainsi expliqué d'après des considérations théoriques sur le rayonnement.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 401.

(²) En réalité, la radiation totale W est exprimée ici par la déviation qui lui est proportionnelle.

(³) MM. Lummer et Kurlbaum (*Deutsch. phys. Ges.*, t. II, 1900, p. 89) ont indiqué, en 1900, que l'intensité de la lumière émise par le platine tend à devenir proportionnelle à la 12ᵉ puissance de la température absolue, vers 1900°.

M. Chrétien (*Ass. française avanc. Sciences*, Congrès de Lille, 1909) présente à nouveau cette loi empirique pour la lampe à filament de charbon; elle n'est vraie que pour de petits intervalles au voisinage du régime normal de la lampe. Seule la formule exponentielle paraît bien démontrée dans de larges limites.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur la récupération frigorifique des liquides volatils perdus dans diverses industries.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. Vieille.

On sait que dans d'importantes industries, spécialement celles de la soie de Chardonnet, de la poudre sans fumée, du celluloïd, etc., les nécessités de la fabrication forcent à évacuer en tout ou partie l'alcool et l'éther mis en jeu sous forme de vapeurs diluées dans d'énormes masses d'air.

Pour arriver à récupérer les corps volatils ainsi entraînés, de nombreux efforts ont été tentés, dont on ne s'étonnera pas si l'on songe que chaque fabrique de soie artificielle chiffre aux environs d'*un million de francs* la perte annuelle qu'elle subit de ce fait.

Les procédés de récupération qui ont été essayés ressortent en général du domaine chimique. Ils ne doivent fournir qu'une solution peu économique et incomplète, si l'on considère l'extrême faiblesse des teneurs mises en jeu, 12^g à 20^g au plus par mètre cube. D'autres tentatives ont aussi été faites pour appliquer des moyens physiques et spécialement les procédés frigorifiques, mais ils ne paraissent pas avoir fourni encore de résultats pratiques.

J'ai repris cette question récemment; j'ai eu la chance de lui trouver une solution complète et très économique; et la simplicité des moyens, l'efficacité des résultats, l'importance de la question, excuseront peut-être une description dans laquelle on trouvera un exemple nouveau des services que peuvent rendre les moyens d'action puissants conférés par le froid.

Le principe de la méthode consiste naturellement à soumettre l'air chargé de vapeurs à des conditions de température et de pression telles que la tension de ces vapeurs devienne négligeable.

Il faut, pour cela, descendre au voisinage de — 100°. On verra tout à l'heure que le difficile n'est pas, en dépit des apparences, en dépit de l'extrême pauvreté de la matière traitée, dans l'obtention économique de températures aussi basses : la technique industrielle, mise en haleine par le problème de la liquéfaction de l'air, avait avant la lettre résolu la question. Une difficulté plus sérieuse était la suivante. L'air à traiter ne renferme pas seulement l'alcool et l'éther à récupérer, mais encore l'eau hygrométrique. Séparer cette eau chimiquement nécessiterait un matériel et des manipulations comparables à ceux exigés par la récupération chimique elle-même, et l'opération frigorifique n'aurait plus guère de raison d'être, car une partie des corps à récupérer s'en irait avec l'eau. D'autre part, introduire l'air humide dans les appareils de condensation serait se condamner, semble-t-il, aux obstructions perpétuelles causées par la congélation de l'eau et s'enlever tout espoir d'un fonctionnement régu-

lier, d'une élimination continue à l'état liquide que l'incongelabilité remarquable de l'alcool et de l'éther permettrait d'espérer.

J'ai réussi à éviter toute dessiccation préalable, à traiter dans l'appareil l'air humide tel qu'il sort des ateliers et à extraire cependant, d'une manière tout à fait continue et sous la forme liquide, la totalité de ses vapeurs.

A cet effet, l'air à traiter est comprimé à une pression voisine de 4^{atm}, ce qui d'une part facilitera l'aptitude à la condensation de ses vapeurs et permettra de plus à cet air de devenir lui-même par sa détente après condensation l'agent frigorifique nécessaire à l'accomplissement du processus.

Après son passage dans un réfrigérant à eau où se sépare déjà une partie de son eau, l'air comprimé parvient à l'appareil de récupération proprement dit et s'élève dans le faisceau tubulaire d'un simple échangeur de températures, dans lequel il rencontre, ainsi qu'il va être expliqué, des températures progressivement plus basses. La condensation initiale qui se produit porte naturellement surtout sur l'eau, mais fournit déjà cependant une proportion appréciable des corps volatils, grâce auxquels le liquide formé n'est congelable déjà que notablement au-dessous de zéro. L'air peut donc atteindre dans l'échangeur des températures sensiblement inférieures à 0° sans que le fluide condensé cesse de subsister à l'état liquide et par conséquent de refluer vers le bas. A mesure de la condensation, la proportion des corps volatils augmente, ainsi que l'incongelabilité. Le raisonnement peut donc être continué indéfiniment, l'air atteignant dans son ascension des régions de plus en plus froides, mais pouvant le faire sans inconvénient, puisque le liquide formé est de plus en plus incongelable et qu'il peut, à mesure de sa formation, s'écouler aisément vers les régions plus chaudes du bas.

On arrive donc sans obstacle à atteindre vers le haut de l'échangeur — 90°, température à laquelle la tension de l'éther lui-même est inférieure à $0^{mm},5$, de sorte qu'en résumé la totalité du liquide se collecte vers le bas, tandis que l'air comprimé sort au sommet de l'échangeur, débarrassé de ses vapeurs. Cet air comprimé froid est alors envoyé dans une machine appropriée où il effectue une détente avec travail extérieur, et c'est l'air détendu ainsi produit qui, renvoyé de haut en bas dans l'échangeur, en sens inverse de l'air comprimé ascendant, suffit à produire la gamme des températures dont nous avons analysé l'effet.

Il n'y à pas à s'occuper du graissage de la machine, qui s'effectue de lui-même d'une façon parfaite, grâce aux dernières traces d'éther entraînées.

Tout se réduit donc, comme dépense, à la compression, et cette compression est d'ailleurs sans danger, les vapeurs traitées étant bien au-dessous des limites d'explosibilité, comme le montrent des essais très complets effectués à la demande de l'Administration des Poudres et Salpêtres.

Pour apprécier le procédé au point de vue économique, il faut observer que la détente permet de récupérer une partie notable de l'énergie dépensée à la compression. Il est possible, dans ces conditions, de traiter jusqu'à 20^{m^3} d'air par cheval-heure, et plus de $\frac{9}{10}$ des vapeurs peuvent être

récupérées, car l'efficacité de la méthode est telle que dans un cas intéressant j'ai pu retrouver plus des $\frac{3}{4}$ de l'alcool renfermé dans de l'air à la dose minuscule de $0^g,5$ par mètre cube!

Or il est presque toujours possible, par des dispositions appropriées, d'avoir à traiter des vapeurs titrant 18^g à 20^g d'éther au mètre cube. On peut donc arriver aisément, dans les cas les moins favorables, à récupérer 300^g à 350^g, soit $0^l,5$ d'éther par cheval-heure dépensé. Cela suffit à indiquer quels résultats économiques peut fournir cette méthode, qui met en jeu, de plus, des appareils très peu encombrants et d'une facilité très grande de marche.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la forme théorique des courbes de refroidissement des mélanges binaires.* Note (¹) de M. E. **Rengade**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Considérons un mélange de deux constituants A et B, préalablement fondu et rayonnant librement dans une enceinte froide; son refroidissement s'exprime par une courbe formée de plusieurs parties distinctes:

Les unes représentent le refroidissement de la phase liquide, ou celui de la masse complètement solidifiée. Elles se confondent pratiquement avec des lignes droites si, comme nous le supposerons, la température de l'enceinte est assez basse pour que la quantité de chaleur rayonnée soit proportionnelle au temps, $q = \lambda t$.

D'autres représentent une transformation s'effectuant à température constante; ce sont des paliers horizontaux, dont la mesure sert de base à la méthode d'analyse thermique du professeur Tammann.

Enfin, la solidification progressive d'une phase liquide homogène s'effectuant à des températures décroissantes se traduit par des branches descendantes dont on n'a pas jusqu'ici, à notre connaissance, essayé d'exprimer l'équation analytique, et que nous nous proposons d'étudier en nous limitant aujourd'hui au cas où les cristaux déposés sont formés par un composant pur.

Nous ferons les hypothèses suivantes, très voisines de la réalité :

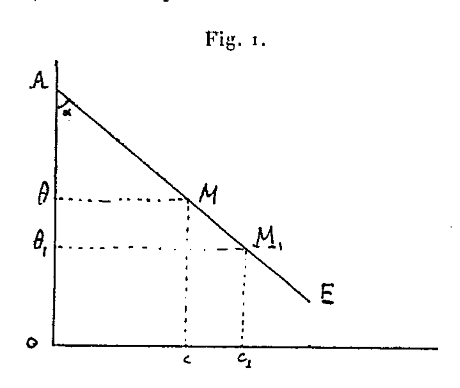
1° La chaleur spécifique du liquide se calcule par la méthode des mélanges à partir des chaleurs spécifiques m_1 et m_2 des constituants liquides A et B.

(¹) Présentée dans la séance du 2 novembre 1909.

2° La chaleur L dégagée par la solidification de A est indépendante de la composition du mélange liquide (en d'autres termes, la chaleur de dilution est nulle).

3° L'abaissement du point de solidification M de A est proportionnel à la concentration moléculaire de B; le lieu du point M est donc une droite AE (*fig.* 1).

Fig. 1.



Un liquide de concentration c [renfermant c molécules de B et $(1-c)$ de A] commencera de cristalliser à une température θ correspondant au point M. Au temps t, la température sera devenue θ_1; il se sera déposé s molécules de A, et la concentration du liquide restant sera devenue c_1.

En posant $\theta - \theta_1 = y$ et $\tan\alpha = k$, on trouve aisément

$$c_1 = c + ky \qquad \text{et} \qquad s = \frac{ky}{ky+c}.$$

Prenons pour origine le point de solidification commençante M, et portons en abscisses le temps t et en ordonnées les différences $\theta - \theta_1 = y$ (*fig.* 2).

La quantité de chaleur dq rayonnée pendant le temps dt se compose :

a. De la chaleur perdue par la phase liquide, $(1-s)[(1-c_1)m_1 + c_1 m_2]\,dy$;

b. De la chaleur perdue par la partie solidifiée, $sm'_1\,dy$, m'_1 étant la chaleur spécifique des cristaux A;

c. Enfin, de la chaleur $\mathrm{L}\,ds$ dégagée par la solidification. On a donc

$$dq = (1-s)[(1-c_1)m_1 + c_1 m_2]\,dy + sm'_1\,dy + \mathrm{L}\,ds = \lambda\,dt,$$

ou, en remplaçant s et c_1 par leurs valeurs et réduisant,

$$(1) \qquad \lambda\,dt = [m'_1 + c(m_2 - m_1)]\,dy + c(m_1 - m'_1)\frac{dy}{ky+c} + kc\mathrm{L}\frac{dy}{(ky+c)^2}.$$

Cette équation se simplifie encore si l'on suppose $m_1 = m'_1$, ce qui est toujours sensiblement vrai, et $m_2 = m_1$, hypothèse très approximativement vérifiée quand les constituants sont des métaux (loi de Dulong et Petit). Il reste alors

$$\lambda\,dt = m_1\,dy + kc\mathrm{L}\frac{dy}{(ky+c)^2},$$

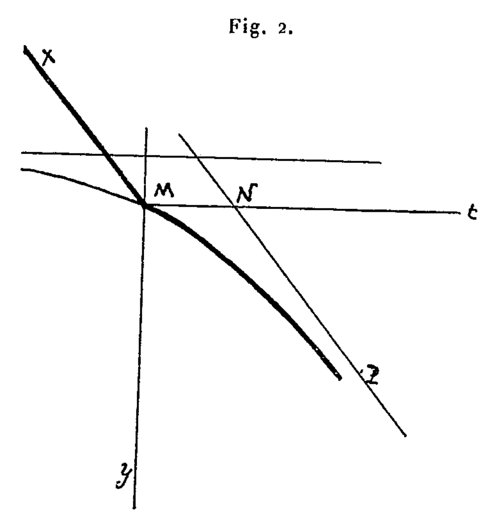
ou, en intégrant et exprimant que la courbe passe par l'origine,

$$(m_1 y - \lambda t + \mathrm{L})(ky + c) = c\mathrm{L}. \tag{2}$$

On reconnaît une hyperbole ayant pour asymptotes une droite fixe NP, $m_1 y - \lambda t + \mathrm{L} = 0$, et une parallèle à M$t$, $ky + c = 0$.

Seule la portion de cette courbe située au-dessous de l'origine répond à la question. Au-dessus de M, la courbe de refroidissement doit représenter le rayonnement de la phase liquide de chaleur spécifique m_1; c'est donc la droite XM d'équation $m_1 y = \lambda t$, droite parallèle à NP.

Fig. 2.



L'angle de ces deux lignes au point M est ce qu'on appelle le *point anguleux de solidification commençante.*

Pour $c = 0$ (constituant A pur), l'équation (2) devient

$$y(m_1 y - \lambda t + \mathrm{L}) = 0.$$

L'hyperbole se réduit à ses asymptotes, dont l'une s'est confondue avec Mt. La courbe de refroidissement du corps A pur se réduit donc à la ligne brisée XMNP; la portion MN représente le *palier de solidification*.

Quand c augmente, ce palier se déforme : l'asymptote horizontale s'élève progressivement au-dessus de Mt; en même temps la tangente à l'origine à l'hyperbole s'incline de plus en plus.

On voit en définitive qu'*on passe par une déformation continue du palier de solidification du corps pur au point anguleux du mélange;* et qu'en outre *ce point anguleux devient de moins en moins net à mesure qu'augmente la proportion du corps* B.

Les courbes obtenues pratiquement par l'enregistrement automatique au moyen de l'appareil déjà décrit ([1]) vérifient complètement ces déductions.

Si $m_1 = m'_1$ mais $m_1 \neq m_2$, l'équation (1) devient après intégration

$$(3) \qquad \lambda t = [m_1(1-c) + cm_2]y - \frac{cL}{ky+c} + L.$$

Dans ce cas l'asymptote NP n'est plus fixe : elle tourne autour du point fixe N en même temps que la droite MX lui reste parallèle.

Enfin si $m_1 \neq m'_1 \neq m_2$, on trouve l'équation la plus générale :

$$(4) \qquad \lambda t = [m'_1 + c(m_2 - m_1)]y + c(m_1 - m'_1)\log\frac{ky+c}{c} - \frac{cL}{ky+c} + L = 0.$$

La nouvelle courbe s'obtient en additionnant pour chaque valeur de y les abscisses de l'hyperbole précédente et de la courbe

$$t = \frac{c}{\lambda}(m_1 - m'_1)\log\frac{ky+c}{c},$$

qui est aussi asymptote à la droite $ky + c = 0$ et présente une allure analogue.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iridodisulfates métalliques.* Note ([2]) de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai entrepris la préparation de quelques iridodisulfates métalliques de potassium, sodium, thallium, baryum, pour vérifier s'ils présenteraient les compositions variées, un peu inattendues, des sels ammoniacaux ([3]). En effet, leur complication ne le cède en rien à celle de ces derniers.

Ma première tentative fut naturellement de substituer au chloroiridite d'ammonium un chloroiridite alcalin, celui de potassium, et de le faire bouillir avec de l'acide sulfurique; mais, si la réaction engendre bien un sel complexe, celui-ci est *bleu et non vert,* et constitue le chef de file d'une nouvelle série fort différente des iridodisulfates. Le sulfate d'ammonium est nécessaire pour la production de ces derniers; si l'on en ajoute au chloiridite de potassium, on a alors un iridodisulfate à rapports quelconques de

([1]) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1199.

([2]) Présentée dans la séance du 2 novembre 1909.

([3]) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 557.

potassium et d'ammonium, du type

$$[HO(H^2O)Ir(SO^4)^2](NH^4, K)^{1,5}H^{0,5}.$$

On est donc contraint de prendre pour point de départ les sels ammoniacaux précédemment décrits.

Comme pour les sels ammoniacaux, on a deux séries de sels, les uns verts, les autres rouge brun. Je rappelle que, dans une première approximation, où le vrai poids atomique n'entre pas en ligne, je considère les sels verts comme dérivant d'un acide bibasique I, et les sels rouge brun comme dérivant d'un acide tribasique II, et que l'on passe aisément des premiers aux seconds par l'action d'un excès de base, et des seconds aux premiers par l'action des acides.

$$\text{I.}\quad \left[Ir\begin{matrix}\diagup(H^2O)OH \\ -SO^4- \\ \diagdown SO^4-\end{matrix}\right]H^2 \underset{+\text{Acides}}{\overset{+\text{Bases}}{\rightleftarrows}} \qquad \text{II.}\quad \left[Ir\begin{matrix}\diagup(OH)^2- \\ -SO^4\ - \\ \diagdown SO^4\ -\end{matrix}\right]H^3.$$

Ce changement de $-(H^2O)OH$ en $-(OH)^2H$ acide est une véritable tautomérie minérale, essentiellement comparable à ces transformations bien connues en Chimie organique où le milieu crée la fonction.

Par abrévation j'emploierai le signe $[A'']$ pour le radical acide de I et $[A''']$ pour le radical acide de II.

Iridodisulfates rouge brun. — Ils sont tous du même type que le sel ammoniacal déjà décrit, soit $[Ir(OH)^2(SO^4)^2]M^{\frac{7}{3}}H^{\frac{2}{3}}$. Ces sels sont alcalins au tournesol. Une grande quantité d'eau les dissocie en donnant des solutions d'un vert sale qui devient bientôt vert franc sous la simple influence du gaz carbonique de l'air. Leur mode de préparation le plus simple consiste à verser *à froid* dans un excès de base une solution de sel ammoniacal et plus particulièrement du sel $[A''](NH^4)^{0,5}H^{1,5}$ soluble en une dizaine de parties d'eau. Avant d'avoir pensé à utiliser ce sel, j'avais employé d'autres procédés et fait ainsi l'observation qu'il faut opérer à froid, sinon on s'expose à faire entrer en substitution l'ammoniaque déplacée par la base; il faut verser le sel dans la base, sinon on obtient des sels mixtes. J'ai préparé les composés suivants :

$(A''')K^{\frac{7}{3}}H^{\frac{2}{3}}.2H^2O$, petites aiguilles de couleur variant du vieux rose au brun presque noir, suivant la taille; très peu solubles en présence d'un excès de potasse. Ce sel se produit aussi par l'action du carbonate de potassium en excès, mais non en présence du bicarbonate, observation qui précise la force des fonctions acides développées par les alcalis.

$(A''')Na^{\frac{7}{3}}H^{\frac{2}{3}}, 2H^2O$ et $3H^2O$, petites lames parallélogrammiques et aiguilles groupées centriquement, rouge brun, très solubles dans l'eau; il faut les précipiter par l'alcool.

- $(A''')Tl^{\frac{7}{4}}(NH^4)^{\frac{7}{12}}H^{\frac{2}{3}}$ et $(A''')Tl^{\frac{7}{3}}H^{\frac{2}{3}}$, $\frac{1}{2}H^2O$, très petits cristaux de couleur kermès, excessivement peu solubles.

$[A''']Ba^{\frac{7}{6}}H^{\frac{2}{3}}$, Aq., précipité amorphe, brun verdâtre, verdissant très aisément à l'air, s'altérant sensiblement à la longue en devenant incomplètement soluble dans les acides.

Les trois premiers sels, au contraire, ne contiennent pas de sulfate; certains ont plus d'un an.

Iridodisulfates verts. — Les sels verts métalliques ne peuvent être préparés purs par double décomposition à partir des sels ammoniacaux qu'avec bien des difficultés, car la solution de ces derniers ne donne de précipités qu'avec les sels de potassium, de rubidium, de cæsium, de thallium; mais, comme aucun de ces sels n'est insoluble, la formation de sels mixtes est toujours possible. Leur solubilité est ordinairement amoindrie par la présence d'un sel soluble du même métal; ils sont insolubles dans l'alcool et l'éther; ce sont des propriétés que j'ai souvent mises à contribution. Les modes de préparation ont été si variés qu'il ne saurait être question de les rapporter ici complètement. Quoi qu'il en soit, j'ai obtenu les sels suivants :

$[A'']K^{\frac{4}{3}}(NH^4)^{\frac{1}{6}}H^{\frac{1}{2}}$, $\frac{1}{2}H^2O$, aiguilles variant du vert au vert foncé et noir, suivant la grosseur, obtenues en quatre circonstances différentes, en milieu neutre ou acide; solubles à 18° dans 303 parties d'eau;

$[A'']K^{\frac{4}{3}}H^{\frac{2}{3}}$, $\frac{1}{2}H^2O$, aiguilles obtenues en dissociant un sel acide, solubles à 15° dans 400 parties d'eau;

$[A'']K^{\frac{5}{3}}H^{\frac{1}{3}}$, H^2O, hexagones ou octaèdres obliques, obtenus en ajoutant à froid $\frac{1}{3}KOH$ au sel $K^{\frac{4}{3}}(NH^4)^{\frac{1}{6}}$; sel soluble à 18° dans 210 parties d'eau, en donnant une solution alcaline au tournesol;

$[A'']K^2$, H^2O, cristaux carrés très opaques, de couleur vert foncé presque noir, obtenus en ajoutant $\frac{2}{3}KOH$ au sel $K^{\frac{4}{3}}(NH^4)^{\frac{1}{6}}$; leur solution est alcaline et d'un vert qui n'est pas franc;

$[A'']K^{\frac{2}{3}}H^{\frac{4}{3}}$, $2H^2O$, cristaux en tétraèdres ou triangles, n'existant que dans l'acide sulfurique étendu de 1^{vol} à 2^{vol} d'eau, ou dans une solution concentrée d'acide iridodisulfurique; l'eau les dissocie aussitôt en acide libre et aiguilles des sels $K^{\frac{4}{3}}$ (avec de l'ammonium, si le sel acide en contenait);

$[A'']Na^{\frac{4}{3}}(NH^4)^{\frac{1}{6}}H^{\frac{1}{2}}$, $3H^2O$, gros cristaux noirs, à section presque carrée, solubles dans moins de leur poids d'eau;

$[A'']Tl^{\frac{7}{6}}(NH^4)^{\frac{1}{3}}H^{\frac{1}{2}}$ à $[A'']Tl^{\frac{7}{6}}H^{\frac{5}{6}}H^2O$, petites aiguilles vertes coupées rectangulairement, solubles seulement dans 4000 à 5000 parties d'eau à 14°, ce qui suffit pourtant pour la colorer en vert. Il existe aussi un sel acide cristallisé en tétraèdres, déjà dissociable par l'acide sulfurique étendu de 2^{vol} d'eau;

$[A''] Ba^{\frac{2}{3}} H^{\frac{2}{3}}, 4H^2O$, longues aiguilles vertes ou cristaux noirs, carrés ou rectangulaires, pouvant atteindre 2^{mm} de côté, solubles à 15° dans 390 parties d'eau;

$[A''] Ba^{\frac{1}{2}} (NH^4), H^2O$, petits tétraèdres noirs opaques, se formant notamment quand on traite le sel précédent par le chlorure d'ammonium, solubles en moins de 100 parties d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles méthodes générales de synthèse des aldéhydes aromatiques.* Note de M. **A. Guyot**, présentée par M. A. Haller.

Les méthodes de synthèse des aldéhydes aromatiques qui font l'objet de la présente Note sont très générales; elles m'ont conduit, dans la plupart des cas, aux aldéhydes cherchées avec des rendements presque théoriques. Elles reposent sur les deux observations suivantes :

1° *Les éthers α.β-dicétoniques*

$$X - CO - CO - CO^2R,$$

dont les premiers représentants ont été préparés récemment par MM. Bouveault et Wahl (¹), *jouissent de la propriété de fixer sur l'atome de carbone cétonique α une molécule d'un phénol, d'un carbure ou d'une amine aromatique tertiaire quelconque pour donner des produits de condensation répondant à la formule d'un éther acidylphénylglycolique*

$$\begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix} \Big> C \Big< \begin{matrix} OH \\ CO^2R \end{matrix}.$$

La condensation s'effectue toujours en para vis-à-vis de l'oxhydrile phénolique, du groupe aminogène et plus généralement du radical substituant. Lorsque cette position est occupée, la condensation n'a pas lieu ou s'effectue en ortho vis-à-vis de ce radical.

Les conditions dans lesquelles il faut se placer pour déterminer cette condensation varient avec la nature du composé aromatique mis en œuvre : avec les amines tertiaires, il suffit de chauffer à 100° pendant quelques minutes le mélange des composants en solution dans l'acide acétique cristallisable; les phénols se condensent également en milieu acétique, mais seulement en présence de chlorure de zinc; la

(¹) L. Bouveault et Wahl, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1221, et Wahl, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 212.

condensation est plus difficile avec les carbures; elle ne s'observe qu'en milieu sulfurique concentré *et l'on obtient presque toujours*, à côté de l'éther cherché, des produits de condensation plus avancée, résultant de la fixation d'une seconde molécule de carbure sur l'éther glycolique formé dans la première phase :

$$(1)\quad Y - C^6H^5 + X - CO - CO - CO^2R = \begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} OH \\ CO^2R \end{matrix},$$

$$(2)\quad \begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} OH \\ CO^2R \end{matrix} + Y - C^6H^5 = H^2O + \begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} C^6H^4 - Y \\ CO^2R \end{matrix}.$$

2° *Ces éthers acidylphénylglycoliques se scindent quantitativement au contact de certains réactifs et donnent les aldéhydes correspondantes.* Il suffit souvent de chauffer ces éthers au-dessous de 100° avec un excès d'acide sulfurique concentré; l'aldéhyde se forme par un processus de réactions dont les équations suivantes rendent facilement compte :

$$\begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} OH \\ CO^2R \end{matrix} + 2H^2O = X - CO^2H + R.OH + Y - C^6H^4 - CHOH - CO^2H,$$

$$Y - C^6H^4 - CHOH - CO^2H = Y - C^6H^4 - CHO + H^2O + CO.$$

Lorsque l'aldéhyde ne peut supporter sans altération le contact de l'acide sulfurique concentré, on parvient également à transformer ces éthers en aldéhydes en passant par l'intermédiaire des acides phénylglyoxyliques correspondants; ces composés, qui se forment par simple ébullition des éthers acidylphénylglycoliques avec une solution aqueuse d'un sel de cuivre

$$\begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} OH \\ CO^2R \end{matrix} + O + H^2O = X - CO^2H + R.OH + Y - C^6H^4 - CO - CO^2H,$$

se transforment quantitativement en aldéhyde par perte de CO^2 lorsqu'on porte à l'ébullition leur solution dans la diméthylparatoluidine.

Enfin on peut encore traiter directement l'éther acidylphénylglycolique par un excès de potasse aqueuse; il y a simultanément saponification et formation, par rupture de la molécule, d'un acide phénylglycolique

$$\begin{matrix} X - CO \\ Y - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>\!C\!<\!\!\begin{matrix} OH \\ CO^2R \end{matrix} + 2KOH = X - CO^2K + R.OH + Y - C^6H^4 - CHOH - CO^2K$$

qui se laisse facilement transformer en aldéhyde par oxydation alcaline

$$Y - C^6H^4 - CHOH - CO^2H + O = CO^2 + H^2O + Y - C^6H^4 - CHO.$$

En général il n'est pas nécessaire d'isoler l'acide phénylglycolique qui a

pris naissance; il suffit de traiter la liqueur alcaline provenant de cette saponification par la quantité théorique de ferricyanure de potassium.

Les éthers mésoxaliques

$$RCO^2 - CO - CO^2R$$

peuvent remplacer les éthers α.β-dicétoniques dans toutes les synthèses précédentes, ainsi que je l'ai montré dans de récentes Communications avec MM. Michel ([1]) et Esteva ([2]). L'analogie qui existe entre ces deux classes d'éthers laissait prévoir cette similitude de réactions.

Dans un prochain Mémoire, je décrirai avec quelques détails l'application de ces nouvelles méthodes à la préparation de la vanilline.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Propriétés acides des amides halogénées. Migration d'Hofmann.* Note de M. **Charles Mauguin**, présentée par M. A. Haller.

Les propriétés basiques de l'ammoniaque qui se conservent dans les ammoniaques composées s'atténuent au contraire beaucoup chez les amides, par suite de la substitution d'un radical acide. Chez les imides et les uréides, la présence de deux de ces radicaux donne à l'atome d'hydrogène restant des caractères acides très nets.

Je voudrais montrer dans cette Note que les mêmes caractères acides se manifestent quand la substitution est faite par un radical acide et par un atome d'halogène, comme c'est le cas pour l'acétamide bromée

$$CH^3CONHBr.$$

I. J'ai pu préparer le sel de sodium de l'acétamide bromée par la technique suivante :

On dissout $2^g,3$ (1^{at}) de sodium dans 40^g d'alcool absolu; on refroidit à $-15°$ par un mélange de glace et de sel; on ajoute 14^g (1^{mol}) d'acétamide bromée anhydre cristallisée dans le chloroforme. La solution incolore obtenue est précipitée par un excès d'éther anhydre refroidi préalablement à $-15°$. Le précipité est essoré, lavé à l'éther refroidi, puis séché dans le vide sur l'acide sulfurique. Le rendement est quantitatif.

Le sel de sodium ainsi obtenu se présente sous forme d'une poudre blanche farineuse. Les données de l'analyse (brome et sodium) corres-

([1]) A. Guyot et E. Michel, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 229.
([2]) A. Guyot et G. Esteva, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 564 et 719.

pondent exactement à la formule $CH^3CON\langle^{Na}_{Br}$. Il est très soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther, la benzine, le chloroforme.

La solution aqueuse de ce sel peut s'obtenir beaucoup plus rapidement en dissolvant l'acétamide bromée dans une solution de soude titrée. La soude peut être remplacée par la potasse ou la baryte.

Les solutions aqueuses ainsi obtenues ne sont pas très stables; elles s'altèrent peu à peu, même à la température ordinaire. On peut suivre les progrès de cette décomposition au moyen du nitrate d'argent. Celui-ci précipite de la solution fraîchement préparée un dérivé argentique blanc *entièrement soluble dans l'acide nitrique, donc exempt de bromure*. Ce composé argentique est très instable et détone violemment, quand il est sec, par simple contact avec une baguette de verre. Aussi n'a-t-il pu être analysé.

Les solutions aqueuses préparées depuis quelque temps donnent le même précipité avec le nitrate d'argent, mais souillé d'une proportion de bromure qui va sans cesse en croissant, indiquant une altération progressive du sel dissous.

Si l'on évapore à basse température, aussi rapidement que possible, les solutions fraîchement préparées, le sel d'acétamide bromée se dépose, mais toujours souillé de bromure métallique.

2. La même technique qui fournit l'acétamide bromée-sodée pure permet d'obtenir la propionamide bromée-sodée et l'isobutyramide bromée-sodée.

Ces sels en poudre blanche ont tout à fait l'aspect de l'homologue inférieur; mais ils ne sont stables qu'à basse température, et *se décomposent dès qu'ils reviennent à la température ordinaire, souvent avec explosion*.

L'acétamide bromée-sodée est au contraire beaucoup plus stable. Elle ne fait explosion qu'à 80°-100°. Elle peut être conservée plusieurs semaines, bien qu'elle s'altère peu à peu, surtout à l'air humide.

3. La décomposition spontanée des amides bromées-sodées se fait conformément à l'équation suivante (et à ses analogues) :

$$CH^3CON\langle^{Na}_{Br} \rightarrow NaBr + CH^3CON \rightarrow OC = N - CH^3.$$

Il y a dédoublement de la molécule en bromure de sodium, et en un complexe qui se transpose immédiatement en éther cyanique.

Cette transposition n'est autre que la transposition observée [1] par Hofmann dans l'action du carbonate d'argent sur les amides bromées. Elle se trouve ainsi plus étroitement localisée.

---

[1] HOFMANN, *Berichte*, t. XV, 1882, p. 412.

L'importance de ce résultat m'a engagé à étudier de près cette réaction. L'acétamide bromée-sodée, qui peut être obtenue tout à fait sèche, a été décomposée dans un petit obus de bronze avec pointeau. La propionamide bromée-sodée et l'isobutyramide bromée-sodée, aussi bien débarrassées d'alcool que possible par lavage à l'éther, ont été mises en suspension dans l'éther anhydre et abandonnées à la température ordinaire à la décomposition spontanée.

L'éther cyanique formé a été identifié et dosé par transformation en urées substituées au moyen de l'ammoniaque d'une part, de l'aniline d'autre part. On a ainsi obtenu les urées suivantes :

Avec l'acétamide

$$\mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.CH^3}\\ \mathrm{NH^2}\end{matrix} \quad \text{et} \quad \mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.CH^3}\\ \mathrm{NH.C^5H^5}\end{matrix};$$

avec la propionamide

$$\mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.C^2H^5}\\ \mathrm{NH^2}\end{matrix} \quad \text{et} \quad \mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.C^2H^5}\\ \mathrm{NH.C^6H^5}\end{matrix};$$

avec l'isobutyramide

$$\mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.C^4H^7}\\ \mathrm{NH^2}\end{matrix} \quad \text{et} \quad \mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.C^3H^7}\\ \mathrm{NH.C^6H^5}\end{matrix}.$$

Autant que le permet la difficulté de ces expériences, on peut conclure que le dédoublement en éther cyanique et bromure de sodium est quantitatif.

4. Les solutions aqueuses et alcooliques des amides bromées-sodées s'altèrent comme nous l'avons indiqué plus haut. L'action de l'eau nous a semblé très complexe; celle de l'alcool est plus simple. La décomposition se fait au sein de l'alcool absolu comme à l'état libre ou au sein de l'éther, avec formation de bromure de sodium et d'éther cyanique. Seulement l'éther cyanique réagit immédiatement sur l'alcool et fournit l'uréthane correspondante. On obtient ainsi les corps suivants :

$$\mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.CH^3}\\ \mathrm{OC^2H^5}\end{matrix}, \quad \mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.C^2H^5}\\ \mathrm{OC^2H^5}\end{matrix}, \quad \mathrm{CO}\Big\langle\begin{matrix}\mathrm{NH.C^3H^7}\\ \mathrm{OC^2H^5}\end{matrix}.$$

Cette réaction n'est autre que celle de Stieglitz et Lengfeld (*Am. chem. Journ.*, t. XVI, 1894, p. 370); mais ces auteurs n'ont pas isolé le sel intermédiaire dont la décomposition donne une interprétation si simple de la réaction.

En résumé, j'ai isolé les sels de sodium des amides bromées, montré que ces sels se dédoublent spontanément en bromure de sodium et éther cyanique, et donnent des uréthanes substituées quand ils se décomposent dans l'alcool.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxydation des diméthylanilinisatines.* Note [1] de M. N. Danaila, présentée par M. Haller.

En 1907, M. C. Liebermann et moi [2] avons trouvé que les matières colorantes de la nature de l'aurine qui se produisent par l'oxydation de la phénolisatine et de ses produits de substitution, ne sont pas, comme on pourrait s'y attendre tout d'abord, des *o*-aminobenzaurines mais des *o*-aurines.

Poursuivant ces recherches dans le même sens j'ai étudié les colorants de la famille du vert malachite, qui se produisent par oxydation de la diméthylanilinisatine préparée par Baeyer et Lazarus, ainsi que les dévivés bromé, chloré, nitré, dichloré et dibromé de la diméthylanilinisatine que j'ai moi-même synthétisée.

Diméthylanilinisatines :

$$C^6H^3X\langle{}^{C\langle{}^{C^6H^4N(CH^3)^2}_{C^6H^4N(CH^3)^2}}_{NH}\rangle CO \quad \text{et} \quad C^6H^2X^2\langle{}^{C\langle{}^{C^6H^4N(CH^3)^2}_{C^6H^4N(CH^3)^2}}_{NH}\rangle CO$$

où

$$X = Cl, Br, -NO^2 \quad \text{et} \quad X^2 = Cl^2, Br^2.$$

Les produits de substitution incolores de la diméthylanilinisatine se forment facilement dans les conditions dans lesquelles avaient opéré Baeyer et Lazarus [3] pour la substance non substituée.

Les produits de condensation sont séchés, puis dissous dans la pyridine et précipités peu à peu avec de l'eau. On obtient ainsi de petits cristaux blancs, sauf pour la combinaison nitrée, où ils sont jaunes.

---

(1) Présentée dans la séance du 2 novembre 1909.

(2) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XL, 1907, p. 3588.

(3) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XVIII, 1885, p. 2637.

Ces combinaisons sont tout à fait analogues à celle préparée par Baeyer et Lazarus.

Nous avons acétylé la diméthylanilinisatine d'après la méthode de Liebermann et Hösmann [1] au moyen de l'acétate de sodium et de l'anhydride acétique. La substance cristallisée dans un mélange d'alcool et de benzène fond à 179°-180°.

Oxydation des diméthylanilinisatines. — Toutes les diméthylanilinisatines oxydées à froid, en liqueur acétique par le peroxyde de plomb (1^{mol} à 2^{mol} de PbO^2 pour 1^{mol} de diméthylanilinisatine), donnent des matières colorantes analogues au vert malachite.

Ces combinaisons précipitées par l'ammoniaque ne sont pas incolores, mais toujours légèrement colorées en vert ou bleu vert.

Pour purifier les bases, nous avons employé la solution aqueuse d'acide oxalique. Les matières colorantes se dissolvent en apparence plus facilement que les diméthylanilinisatines et, après avoir filtré, on les reprécipite par l'ammoniaque. Après quelques heures dans le dessiccateur, on les dessèche à 110° dans un courant d'hydrogène et elles sont pures pour l'analyse.

Les résultats d'analyse ne concordent pas bien avec les formules

$$C^{23}H^{27}ON^3, \quad C^{23}H^{26}ON^3X, \quad C^{23}H^{25}ON^3X^2,$$

du vert malachite orthoaminé, mais elles concordent mieux avec les formules

$$C^{23}H^{25}ON^3, \quad C^{23}H^{24}ON^3X, \quad C^{23}H^{23}ON^3X^2,$$

du vert malachite paraoxyorthoaminé. De plus, notre base non substituée diffère du vert malachite orthoaminé de Baeyer et Villiger [2] en ce qu'elle ne se dissout pas dans l'acide acétique avec une coloration bleu pur, mais avec une coloration bleu verdâtre. Un autre argument qui vient en faveur de la formation du vert malachite paraoxyorthoaminé et de l'orthoaminoaurine est donné par l'étude des bases *leuco*, qui ont été préparées dans ce but.

Rappelons que Liebermann et moi nous avons trouvé, en oxydant la phénolisatine, qu'indépendamment de la benzaurine, il se forme aussi un corps contenant 1^{at} d'oxygène en position para par rapport au noyau benzénique orthoamidé.

---

(1) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XI, 1878, p. 1619.

(2) *Berichte der deut chem. Ges.*, t. XXXVI, 1903, p. 2774.

Nous avons constaté dans l'oxydation des diméthylanilinisatines le même phénomène ; nous devons donc admettre qu'à la même cause doivent correspondre les mêmes effets et nous aurions ainsi, pour expliquer la formation de notre base verte, la réaction

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix} C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4N(CH^3)^2\\ C^6H^4N(CH^3)^2\end{matrix}\right. \\ CO \\ NH \end{matrix}\right. + 2PbO^2 = O = C^6H^3 = C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4N(CH^3)^2\\ C^6H^4N(CH^3)^2\end{matrix}\right. \quad NH^2 + CO^2 + 2PbO$$

On parvient ainsi aux trois formules de constitution possibles

(1) $$O = C^6H^3(NH^2) = C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4N(CH^3)^2\\ C^6H^4N(CH^3)^2\end{matrix}\right. ;$$

(2) $$C^6H^4(=NH) = C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4N(CH^3)^2\\ C^6H^4N(CH^3)^2\end{matrix}\right. ;$$

(3) $$C^6H^4(=NH) = C\left\langle\begin{matrix}C^6H^4N(CH^3)^2\\ C^6H^4N(CH^3)^2\end{matrix}\right. .$$

Les dérivés de la *o*-benzoquinone-imide se sont montrés jusqu'ici très peu stables, de sorte que la formule (1) est la plus plausible. La couleur verte des bases trouverait ainsi son explication.

Ces colorants ne seraient donc pas des verts malachites orthoaminés, ainsi que le supposaient Baeyer et Lazarus [1], mais des verts malachites paraoxyorthoaminés.

L'hypothèse faite sur les aurines dérivées de la phénolisatine est ainsi confirmée par les recherches précédentes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Composition de l'essence de girofle. Constituants aldéhydiques et éther.* Note de M. **H. Masson**, présentée par M. Haller.

J'ai signalé récemment, dans l'essence de girofle, la présence d'alcools de séries diverses qui y coexistent à côté d'aldéhydes et de cétones correspondantes.

---

[1] *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XVIII, 1885, p. 2637.

J'ai pu également isoler et caractériser de nouvelles aldéhydes et un éther dont l'étude fait l'objet de la présente Note.

I. *Aldéhydes.* — 1° *α-méthylfurfurol.* — Les portions de l'essence qui bouillent de 65° à 90° sous 15mm sont réunies et agitées avec du bisulfite de soude commercial étendu de son volume d'eau. On obtient ainsi d'une part une masse cristalline qui n'est autre que la combinaison bisulfitique de la méthyl-*n*-heptylcétone [1], et d'autre part des eaux mères qui contiennent une combinaison bisulfitique très soluble. Ces eaux mères lavées plusieurs fois à l'éther sont décomposées par le carbonate de soude et fournissent une huile de $d_0 = 1,1365$ bouillant à 184°-186° (75° sous 20mm) jaunissant sous l'influence de la lumière; elle colore le réactif de Schiff et réduit le nitrate d'argent ammoniacal.

Cette aldéhyde, de formule $C^6H^6O^2$, fournit avec la semicarbazide en solution acétique une semicarbazone fusible à 210°-211° et avec la phénylhydrazine une hydrazone fusible à 147°-148°; oxydée par l'oxyde d'argent, elle donne un acide qui fond après purification et cristallisation dans le benzène sec à 107°-108°.

Cet acide est l'acide α-méthylpyromucique; l'aldéhyde primitif, l'α-méthylfurfurol

```
  CH___CH
  ‖     ‖
CH³.C\ /C.CHO.
      O
```

Ce corps donne avec l'α-naphtol et l'acide sulfurique une coloration violette très intense.

2° *Diméthylfurfurol.* — On répète le même traitement au bisulfite de soude sur les fractions bouillant de 105° à 120° sous 15mm, réunies. Après plusieurs lavages à l'éther, les eaux mères sont décomposées par le carbonate de soude; on obtient ainsi un corps bouillant à 206°-208° colorant le réactif de Schiff, réduisant le nitrate d'argent ammoniacal répondant à la formule $C^7H^8O^2$. Cette aldéhyde oxydée par l'acide d'argent fournit un acide qui, après purification et cristallisation dans le benzène sec, fond à 129°-130°. Cet acide correspond à la formule $C^7H^8O^3$, c'est un acide diméthylpyromucique; l'aldéhyde obtenue est donc un diméthylfurfurol; je n'ai pu établir la position des groupes méthyles et du groupe carboxyle dans le noyau du furfurane, l'acide diméthylpyromucique correspondant n'étant pas connu. Cette aldéhyde donne, comme son homologue inférieur, une coloration violette intense avec l'α-naphtol et l'acide sulfurique.

II. *Éther.* — La présence de l'acide salicylique dans l'essence de girofle a donné lieu à de nombreuses controverses. Affirmée par Scheuch [2], elle est au contraire contestée par Wassermann [3]. De son côté, Erdmann [4] conclut que l'acide salicylique existe dans l'essence à l'état d'acétylsalicylate d'eugénol, mais pourtant avec quelques réserves. J'ai constaté que l'acide salicylique existe dans l'essence de girofle à l'état de salicylate de méthyle.

---

(1) Cette cétone a été signalée par MM. Schemmel (*B. Sch.*, avril 1903, p. 52); elle bout bien à 194°-196° et donne une semicarbazone fusible à 118°-119°.

(2) Scheuch, *A.*, 1863, 125, 15.

(3) Wassermann, *A.*, 1875, 179, 369.

(4) Erdmann, *J. pr.*, II, 56; 1897, 152.

En effet, si l'on traite les portions (105°-120° sous 15mm) à froid par une lessive de soude très étendue (1 pour 100) et si, après avoir lavé plusieurs fois la solution alcaline à l'éther pour enlever les portions non phénoliques, on la décompose par un acide minéral étendu, on isole une huile sentant nettement l'essence de Wintergreen de $d_0 = 1,1963$ bouillant à 222°-224° (113° sous 17mm) correspondant à la formule $C^8H^8O^3$ et donnant avec le perchlorure de fer étendu une coloration violette. Ce corps saponifié par la potasse alcoolique fournit un acide qui, purifié et cristallisé dans l'eau, donne des aiguilles soyeuses, fusibles à 155°-156°, de formule $C^7H^6O^3$, colorant en violet le perchlorure de fer étendu. Cet acide est de l'acide salicylique et le corps isolé par la soude étendue du salicylate de méthyle.

En résumé, aux principes constituants déjà connus de l'essence de girofle il faut ajouter le salicylate de méthyle et deux aldéhydes [1] de la série du furfurane, l'α-méthylfurfurol et son homologue non décrit.

BOTANIQUE. — *Sur les propriétés photographiques du* Chlorella vulgaris. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée M. Guignard.

Le point de départ des recherches que nous avons entreprises sur la fonction chlorophyllienne est le suivant : une Algue, en se développant sur les parois d'un grand flacon de verre, de forme cylindrique et renfermant du liquide de Knop, avait dessiné des lignes d'une finesse, d'une régularité et d'une perfection telles qu'on les supposerait tracées par un dessinateur expérimenté.

Il s'agissait, en présence d'un fait aussi remarquable, d'en rechercher le déterminisme.

L'Algue appartient au genre *Chlorella* dont on connaît à l'heure actuelle un assez grand nombre d'espèces [2]; les unes possèdent des pyrénoïdes, les autres en sont dépourvues. Notre Chlorelle est très petite; ses cellules ont 3µ à 4µ de diamètre; le chloroleucite renferme un pyrénoïde; la multiplication a lieu par des spores immobiles qui se forment au nombre de 2, 4, 8, 16 ou 32 dans les cellules mères.

Un premier point se trouve établi : l'absence de tout élément mobile ne permet pas d'attribuer le dessin produit par l'Algue à des déplacements phototactiques de zoospores, ainsi que la chose a lieu pour plusieurs Chlorophycées. Restent les phénomènes de croissance.

---

(1) Ces aldéhydes existent d'ailleurs en très petites quantités, l'α-méthylfurfurol à la dose de 0,1 à 0,2 pour 1000 et le diméthylfurfurol en quantités plus faibles encore.

(2) R. Chodat, *Étude critique et expérimentale sur le polymorphisme des Algues*. Genève, 1909.

Le liquide de Knop, dans lequel se développe la Chlorelle, est un milieu purement minéral : il renferme du nitrate de potassium, du nitrate de calcium, du phosphate acide de potassium, du phosphate de fer et du sulfate de magnésium.

Dans ces conditions, l'Algue est obligée d'emprunter son carbone à l'anhydride carbonique dissous dans l'eau de la culture et elle ne peut le faire qu'à l'aide des radiations lumineuses.

Nous sommes donc amenés à cette conclusion que l'Algue dessine en vert dans le flacon de culture les endroits où se trouvent les radiations de la fonction chlorophyllienne les plus actives, soit par leur *intensité*, soit par leur *nature*.

Si cette conclusion est exacte, nous avons dans cette Chlorelle un merveilleux appareil enregistreur.

Nous ne nous occuperons aujourd'hui que de la sensibilité de l'Algue vis-à-vis de l'intensité lumineuse :

1° Nous avons renouvelé plusieurs fois la première expérience en plaçant les flacons de culture dans des positions différentes par rapport aux fenêtres de notre laboratoire : aussi pourrons-nous montrer plusieurs photographies présentant des lignes analogues, d'une grande finesse et d'une régularité parfaite.

Il était intéressant de suivre le développement de ces lignes. Le *Chlorella* formant un mince dépôt au fond des flacons, on pourrait croire que les bandes vertes naissent à partir du fond du flacon et se développent de bas en haut. Il n'en est rien : les cellules de l'Algue existent partout en une fine poussière sur les parois verticales du flacon; ces cellules se multiplient activement à l'endroit des radiations les plus actives, les photographiant ainsi en vert; les lignes apparaissent sensiblement avec leurs dimensions définitives.

Au bout de quelque temps, l'Algue se développe également sur la face antérieure du flacon, puis beaucoup plus tard sur les parois latérales, là où l'intensité lumineuse est faible.

Ainsi le *Chlorella*, par l'avance ou le retard qu'il éprouve dans sa multiplication, indique nettement les conditions suivant lesquelles les radiations lumineuses se transmettent sur les parois internes d'un flacon cylindrique rempli d'eau.

Pour arriver à convaincre tout le monde, nous avons dû simplifier le problème.

On prend un certain nombre de tubes cylindriques qui servent à la culture des bactéries et on les ensemence avec le *Chlorella* : ces tubes sont disposés verticalement en

face d'une fenêtre à des distances variables. La lumière qui vient de la fenêtre dessine, derrière chaque tube, un rectangle lumineux dont l'intensité diffère selon l'éloignement du tube. L'Algue en se développant dessine exactement ce rectangle dont la couleur verte est en rapport, comme *intensité*, avec celle des radiations elles-mêmes.

Enfin, pour qu'il ne reste aucun doute sur ce sujet, nous présentons ici une expérience dans laquelle l'Algue a photographié les mailles d'une dentelle qui avait été appliquée sur le tube de culture. L'expérience, bien entendu, pourra être variée à l'infini; on pourra également rechercher, parmi les diverses espèces de Chlorelles et d'Algues inférieures, celles qui se prêtent le mieux à ces curieuses photographies.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma Lewisi. Note de M. **Biot**, présentée par M. Laveran.

J'ai étudié de quelle façon se comportaient, dans le torrent circulatoire, les *Trypanosoma Lewisi*, dont je m'occupe depuis plus de deux ans. Il m'a semblé utile de voir les trypanosomes *in vasculo* au lieu de ne les examiner que *in vitro*.

In vitro, en effet, ils sont soustraits à l'influence mécanique ou dynamique de la circulation, et ne sont plus dans un système clos où n'entre point d'autre oxygène que celui qui est combiné à l'hémoglobine. Ces deux conditions sont peut-être les raisons qui font que, extraits du sang à chaleur élevée, 37° en moyenne, les trypanosomes ne vivent, *in vitro*, qu'à des températures basses.

Les rats que j'ai utilisés sont des *Mus decumanus* ou des *Mus rattus*, soit infectés spontanément, soit inoculés, mais ayant des trypanosomes en abondance.

A ce propos, il me semble bon de faire remarquer que, contrairement à ce qui a été avancé par d'autres auteurs, et tout au moins pour la région que j'habite (Mâcon), le *Trypanosoma Lewisi* se rencontre plus fréquemment chez les *M. decumanus*, 34,6 pour 100, que chez les *M. rattus*, 7,6 pour 100, et qu'on les trouve surtout chez les rats âgés.

D'autre part, j'ai remarqué que les trypanosomes de *M. decumanus* sont plus petits que ceux de *M. rattus*, quoiqu'on puisse facilement inoculer le trypanosome de l'un à l'autre.

Mes expériences ont eu pour but d'examiner les trypanosomes dans l'intérieur des vaisseaux mésentériques.

L'animal, étant curarisé, est fixé sur une planchette préparée spécialement pour être placée sur la platine du microscope.

Une laparotomie latérale permet d'attirer au dehors une anse d'intestin suffisamment longue pour être étalée et fixée au-dessus d'une ouverture pratiquée dans la planchette en un point répondant à l'objectif.

On voit très nettement les trypanosomes animés de mouvements qui leur donnent l'indépendance vis-à-vis de la circulation et leur permettent de remonter le torrent circulatoire.

Ces mouvements persistent même après la mort de l'animal; j'ai vu bien des fois que les trypanosomes survivent à la mort du porteur, *surtout si le cadavre n'a pas été ouvert;* dans un cas (juin 1909) la survie des trypanosomes a été de 7 jours.

D'autre part, j'ai pu constater l'action revivifiante du chlorure de sodium en solution isotonique sur les trypanosomes, comme M. Fleig, de Montpellier, sur les spermatozoïdes (*Soc. de Biologie*, 10 juillet 1909).

J'ai en outre expérimenté sur des lérots (*Myoxus nitela*) et j'ai constaté que ce petit animal est réfractaire aux inoculations du *Trypanosoma Lewisi*, qu'il provienne du *M. decumanus* ou du *M. rattus*. Le lérot est cependant porteur, assez rarement il est vrai (4 cas sur 31 individus examinés), d'un trypanosome se rapprochant du *Trypanosoma Lewisi*.

PHYSIOLOGIE. — *De l'examen de la respiration et de l'analyse graphique de la parole dans les écoles spéciales*. Note [1] de M. **Glover**, présentée par M. Dastre.

Examen de la respiration. — Il résulte des recherches qui ont été faites au Conservatoire national de Musique et de Déclamation que la radioscopie thoracique fait connaître d'une façon très exacte le mode d'ampliation thoracique dans tous les sens où elle se produit.

A ce point de vue, ce procédé d'examen est différent de la pneumographie, même intercostale; de la spirométrie et des mensurations périthoraciques. La spirométrie, en effet, permet bien de déterminer la quantité d'air qu'il est possible d'introduire dans les poumons par une inspiration profonde et la quantité d'air résiduel qui demeure dans la cavité respiratoire à la fin d'une expiration forcée; mais l'exploration spirométrique ne permet pas d'établir, chez les élèves, aux dépens de quel diamètre thoracique, soit vertical, soit transversal, soit antéro-postérieur, se produit cette introduction de l'air; autrement dit les détails du mode respiratoire, point important pour la correction d'une respiration défectueuse ou insuffisante. Quant à la pneumographie,

---

(1) Présentée dans la séance du 2 novembre 1909.

aux mensurations péri-thoraciques, elles ne donnent aucune indication sur l'ampliation de la cavité thoracique dans le sens vertical.

Enfin, la radioscopie thoracique permet, dans le contrôle du travail vocal, de reconnaître le mode de ménagement de l'air, lors de l'expiration ralentie, dans le chant en particulier. Il est établi une fiche d'examen respiratoire des élèves, et cette fiche comporte, en outre du tracé radioscopique du thorax ou même parfois de l'épreuve radiographique dite *instantanée* (25 ou 30 secondes de pose) en inspiration maxima, l'inscription graphique de la respiration nasale par l'examen des buées sur le miroir. Bien entendu, l'examen est complété en recueillant tous les renseignements oto-rhino-laryngoscopiques, plessimétriques et stéthoscopiques du thorax et tous ceux concernant l'état général du sujet.

Analyse graphique des vibrations aériennes de la parole. — Au point de vue physique, acoustique (formes de l'ondulation aérienne), les phénomènes de la parole se traduisent par des variations : A, de durée; B, de hauteur; C, d'intensité; D, de timbre. Comment peut-on mesurer, apprécier, évaluer ces diverses qualités au moyen des appareils enregistreurs ?

A. *Durée.* — On peut, d'après le tracé, mesurer la durée *totale* d'une émission (voyelle isolée, syllabe isolée, mot isolé ou phrase). Mais il est impossible d'apprécier exactement la durée respective de la voyelle et de la consonne associées dans la syllabe. Ce qui manque, c'est un moyen rigoureux d'établir la limite qui sépare la voyelle de la consonne associée.

B. *Hauteur.* — Quand il s'agit d'une *voyelle isolée*, on peut mesurer très exactement ses variations de hauteur les plus délicates.

C. *Intensité.* — On ne peut apprécier ici que des relations et non pas des valeurs absolues.

D. *Timbre.* — A peine a-t-on pu saisir quelques caractères distinctifs des voyelles, permettant de différencier quelques-uns de ces éléments phonétiques, lorsqu'on les prononce tous sur une même note. Les formes aériennes des consonnes nous sont presque entièrement inconnues.

Telles sont les données des appareils enregistreurs au point de vue purement acoustique.

Voici le résultat des recherches auxquelles s'est livré l'auteur sur les élèves du Conservatoire relativement à l'application pratique de l'analyse des vibrations aériennes de la parole au contrôle du travail vocal.

Il faut distinguer dans l'émission d'une phrase : 1° la prononciation proprement dite; 2° la modulation variable pour une langue quelconque suivant le sentiment à exprimer, et pour une langue donnée suivant certaines règles propres (intonation, rythme et accentuation).

Considérons successivement ces deux points :

1° *Prononciation.* — Il s'agit uniquement de la forme et de l'amplitude

de la période, du timbre et de l'intensité. D'après ce qui a été dit plus haut, c'est un problème à résoudre. En effet, de la consonne à la voyelle il y a, indépendamment du timbre de chacun de ces éléments, une gradation de l'intensité. Or, ici, le timbre ni l'intensité ne peuvent être rigoureusement déterminés.

2° *Intonation, rythme et accentuation.* — Il y a là des variations de hauteur, de durée et d'intensité. Dès maintenant les appareils enregistreurs peuvent fournir à *l'expérimentateur* (dans le laboratoire surtout) et au professeur de chant et de diction des indications utiles et intéressantes. Mais l'élève livré à lui-même ne pourrait guère en tirer profit.

EMBRYOGÉNIE. — *Cycle biologique d'une forme voisine des Otoplana.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

Le groupe des Alloiocœles paraissant être constitué par une réunion de formes convergentes, toute espèce nouvelle présente un intérêt particulier, surtout quand il s'agit de la famille des Bothrioplanides qui jusqu'aujourd'hui ne comptait que les deux genres *Bothrioplana* et *Otoplana*.

Le type que j'ai trouvé au Portel, à la limite supérieure du balancement des marées, et que je désigne sous le nom de *Bothriomolus constrictus* n. g., n. sp., présente quelques caractères communs aux Monocélidides et aux Bothrioplanides; ce sont : la forme du pharynx, la position de la bouche, la séparation des ovaires et des lécithogènes pourvus d'une tunique propre. Par tous les autres caractères, *Bothriomolus* s'éloigne de l'une ou de l'autre famille et parfois des deux à la fois. Comme les Monocélidides et les *Otoplana* il a les testicules folliculaires et un statocyste. Comme les Bothrioplanides, il n'a qu'un seul orifice génital. Ses caractères propres sont : l'intestin dendrocœlique non triclade, une paire seulement de nerfs postérieurs, un organe sensoriel frontal en rapport avec une fossette médiane, un utérus, une disposition spéciale de l'atrium génital qui rappelle celle de quelques Triclades terricoles tels que certains *Rhynchodemus*, *Dolichoplana*, *Platydemus*, plutôt que la disposition connue chez les autres Alloiocœles, l'absence de rhabdites, la division du corps en trois régions par deux étranglements. Il est donc bien distinct des *Otoplana* de la Méditerranée, mais présente néanmoins avec ces derniers de grandes concordances au point de vue biologique.

Ces deux formes sont exclusivement rampantes, elles ont des allures lentes et paresseuses et se tiennent le plus ordinairement roulées en boucle et couchées sur le flanc.

C'est dans un sable grossier au bord de l'eau que Du Plessis (1889) a

trouvé son *Otoplana intermedia;* l'*Hypotrichina sicula* de Calandruccio (1897), identifié à l'espèce de Du Plessis par Wilhelmi (1908), vit dans les mêmes conditions. *Bothriomolus* se trouve également au bord de l'eau dans un sable graveleux.

Wilhelmi a noté les époques où ont été trouvés les *Otoplana :* on les recueille en grand nombre en avril, en petit nombre au commencement de mars et en mai, mais on ne les retrouve plus en septembre. C'est aussi en avril que j'ai trouvé *Bothriomolus* en abondance. Je l'ai cherché en vain un peu partout en juin et en juillet, et ce n'est que pendant un séjour prolongé à la mer, en août et en septembre, que j'ai pu me rendre compte de l'habitat et du cycle biologique de cette espèce.

Bothriomolus vit au même niveau que *Procerodes ulvæ* et *Clitellio arenarius*, sous certaines pierres qui présentent, sur une partie de leur surface, un enduit formé de mucus et de vase habité par *Clitellio.* Si l'on se contente de retourner ces pierres, on ne voit que les *Procerodes*, car *Bothriomolus* se tient obstinément caché et immobile dans l'enduit glutineux. C'est à cette particularité que j'attribue l'insuccès de mes recherches en juin et en juillet. On le trouve au contraire facilement en avril, car il se rend alors sur les parties non souillées de la pierre pour y déposer ses pontes, desquelles sortent des larves ciliées globuleuses qui sont pourvues d'un cerveau et des organes sensoriels de l'adulte (statocyste, fossette ciliée médiane avec organe frontal), mais dont la bouche et le pharynx ne sont pas encore différenciés. Cette larve est au même stade de développement que l'embryon de *Paravortex cardii* au moment de la formation du pharynx; l'éclosion est donc très précoce.

Les individus d'avril ont 5^{mm} à 6^{mm} de long, ceux de septembre ne mesurent que $2^{mm},5$ à 3^{mm}. Je n'indiquerai pas ici les différences que présente l'organisation de ces deux sortes d'individus qui, au premier aspect, sont assez différents pour que je me sois demandé, avant de les avoir étudiés en détail, s'ils appartenaient bien à la même espèce.

Je me bornerai à indiquer les différences que présente le tube digestif. Les individus d'avril ont un intestin sacciforme d'Alloiocœle moins profondément lobé et ramifié, ce qui lui donne l'aspect dendrocœlique.

Les individus de septembre ont un intestin qui n'est pas plus lobé que celui de *Monocelis lineata* qui vit au même niveau.

Or, d'après Du Plessis, *Monocelis setosa* présente les plus remarquables ressemblances avec *Otoplana intermedia* dont il ne se distingue que par la

forme de l'intestin qui est rhabdocœle dans la première espèce, triclade dans la seconde. Aussi Wilhelmi a-t-il rangé cette forme dans le genre *Otoplana*. Les différences que j'ai constatées dans la disposition de l'appareil digestif chez *Bothriomolus* en avril et en septembre font que je ne serais pas étonné si l'on reconnaissait un jour que *Monocelis setosa* n'est que la forme jeune d'*Otoplana intermedia*, d'autant plus que Du Plessis croit avoir constaté que la portion rétropharyngienne de certains exemplaires de *M. setosa* est fendue, de sorte qu'on peut considérer ces individus comme étant en voie de transformation. Chez *Bothriomolus* on se rend compte des variations du tube digestif et de la position de la bouche par le développement des organes de la reproduction.

On voit donc que l'histoire de *Bothriomolus* peut jeter une certaine lumière sur celle encore très imparfaitement connue des *Otoplana*. En résumé, la larve de *Bothriomolus*, éclose en avril, n'émigre pas. Le développement se fait lentement; il faut presque une année pour que l'animal atteigne la maturité sexuelle ; c'est en mars ou avril que doit se faire l'accouplement (le pore génital n'existe pas encore en septembre) et la ponte. Lorsqu'il a terminé ses pontes, l'animal meurt.

BIOLOGIE. — *A propos de la psychologie des Pagures.* Note [1] de M. P. **Hachet-Souplet.**

Dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences, le 11 janvier 1904, et intitulée : *Coopération, hiérarchisation, intégration des sensations chez les Artiozoaires*, M. G. Bohn a écrit ce qui suit :

> Chez les Pagures, les diverses sensations sont fournies par le même objet (coquille) ; elles sont associées toujours de la même façon ; malgré cela, les impressions qui en résultent ne sont pas suffisamment associées, intégrées, pour que le Crustacé ait une connaissance véritable de la coquille : il est induit en erreur par d'autres corps, car il perçoit certaines qualités de la coquille indépendamment de l'objet... Certains psychologues (Hachet-Souplet, *L'examen psychologique des animaux*) ont vu dans ces faits, qui résultent d'une intégration imparfaite des impressions, de l'abstraction... Il entrevoit la distinction page 85, mais n'en a pas tenu compte page 79.

Or, avant la publication de la Note dans laquelle M. Bohn m'a pris à

(1) Reçue dans la séance du 18 octobre 1909.

partie, je n'avais exprimé mon opinion sur la prétendue abstraction chez le Bernard-l'Ermite et chez les animaux inférieurs qu'au cours d'une discussion à l'*Institut général psychologique* (séance du 4 mai 1903), et voici un extrait du procès-verbal de cette séance : « L'abstraction de l'idée de trou existe-t-elle chez le Bernard? A mon avis, on ne trouve pas, dans les actes que nous voyons accomplir par ce Crustacé, la marque de l'intelligence libre. Modifie-t-il psychologiquement, autant qu'on pourrait le croire tout d'abord, les habitudes de son espèce quand il pénètre dans des coquilles différentes?... L'abstraction que nous lui prêtons existe seulement dans notre cerveau... Pour le Bernard, un trou en vaut un autre (¹)... » Je me suis donc prononcé, *sans aucune restriction*, *contre* la croyance à une sorte d'abstraction que ferait le Bernard, quand il insère son abdomen dans des trous autres que ceux des coquilles de Buccin, ou de Mollusques à peu près semblables. J'ai toujours considéré le fait comme résultant d'une simple association de sensations; les impressions fournies au Bernard par n'importe quelle cavité, ayant un diamètre voisin de celui d'un péristome de Buccin, sont associées aux impulsions motrices de pénétration et les déclenchent. Des associations de ce genre peuvent être utiles à l'animal, dans certains cas; dans d'autres, elles deviennent dangereuses. Ainsi l'acte du Bernard qui, placé sur une surface courbe, sans cavité, dirige son abdomen dans tous les sens avec opiniâtreté et sans profit possible, comme s'il voulait l'introduire dans une coquille vide, est évidemment dangereux puisque, pendant tous ces essais inutiles, l'abdomen nu du décapode est exposé aux morsures des ennemis de l'espèce (²). Ici il y a association entre la sensation de courbe et la sensation de pénétration, ordinairement ressenties à la suite l'une de l'autre, quand le Bernard rencontre une coquille vide de Buccin.

J'avais précisément signalé des faits analogues, chez les animaux supérieurs, aux pages 85 et 86 de mon *Examen psychologique des animaux*, auxquelles me renvoie M. Bohn; mais ils n'ont aucun rapport avec l'abstraction et je n'avais pas à en tenir compte en parlant de cette opération intellectuelle, page 79.

(¹) *Bulletin de l'Institut général psychologique*, 3e année, n° 3.

(²) Voir ma Communication à l'Institut général psychologique : *Des erreurs chez les animaux* (*Bulletin*, 4e année, n° 5).

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La cinématique de la segmentation de l'œuf et la chronophotographie du développement de l'Oursin.* Note de Mlle **L. Chevroton** et M. **F. Vlès**, présentée par M. Yves Delage.

On sait que Marey avait indiqué l'emploi de la cinématographie dans l'étude des phénomènes trop lents pour pouvoir être utilement suivis à l'observation directe : en impressionnant le film avec des intervalles de temps suffisamment écartés, et en le projetant ensuite dans les limites de temps usuelles, on obtient une augmentation de la vitesse du phénomène, une sorte d'exagération des ordonnées de sa courbe, qui permet à l'œil de se rendre compte de beaucoup de détails inaperçus.

La méthode a été employée il y a quelques années, à l'Institut Marey, pour l'éclosion d'une fleur de volubilis. Pizon et Bull (¹) (1904) l'ont utilisée ensuite d'une manière fort remarquable pour le bourgeonnement des colonies de Botrylles; Carvallo (²), pour les mouvements du tube digestif de la Grenouille pendant la digestion. Enfin, dans un Mémoire tout récent, Ries (³) (1909) l'applique à la fécondation et aux premiers stades du développement de l'Oursin.

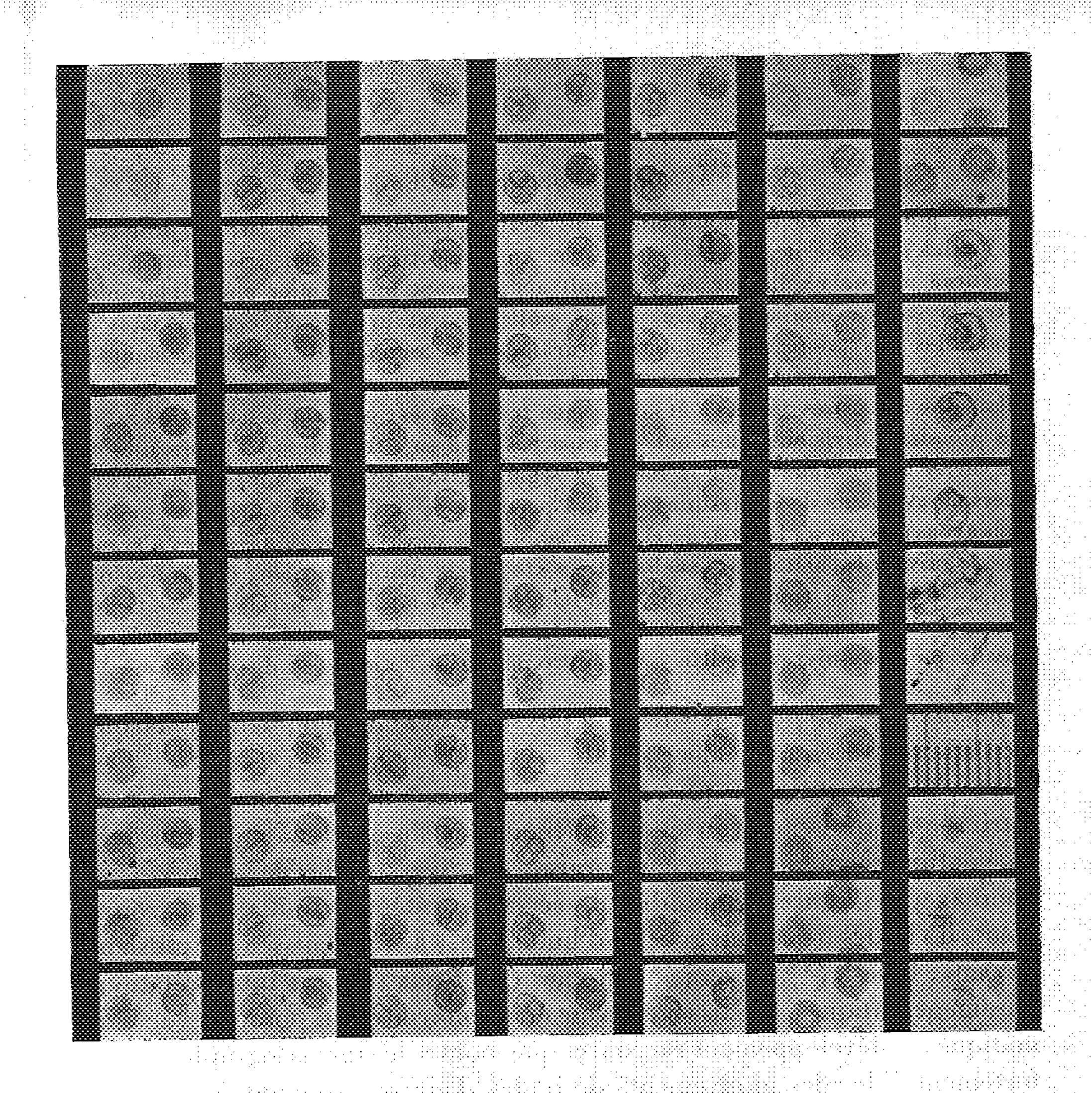
Sans avoir connaissance de ces recherches de Ries, qui ont paru vers l'époque où nous commencions nous-mêmes nos expériences, nous avons tenté au laboratoire de Roscoff d'appliquer ce procédé au développement embryonnaire d'un animal. M. Delage nous a conseillé, comme se prêtant remarquablement à ces recherches, l'œuf de l'Oursin (*Paracentrotus lividus* Lk.) dont les exigences biologiques lui étaient familières puisqu'elles sont, depuis plusieurs années, l'objet de ses recherches sur la parthénogenèse expérimentale. Nous avons pu suivre ce développement depuis la fécondation jusqu'à la larve libre. Les films obtenus montrent un certain nombre de faits intéressants au point de vue de la cinématique et de la dynamique cellulaires, faits sur lesquels Ries ne paraît pas avoir insisté.

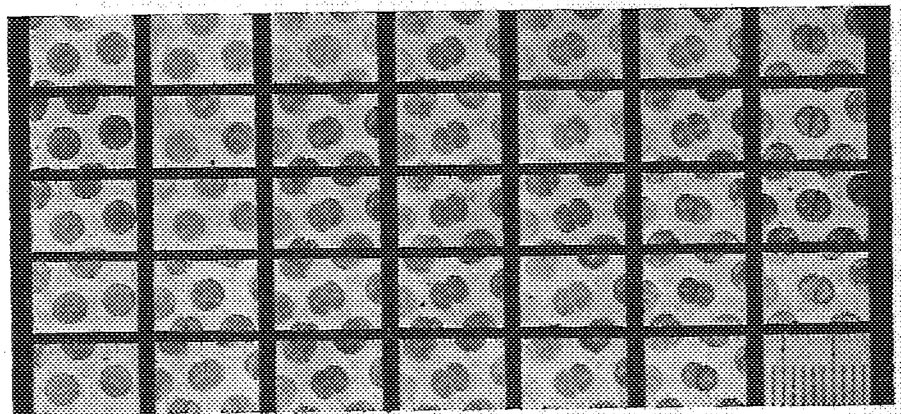
Technique. — Nous avons employé l'appareil de microcinématographie utilisé

(¹) Pizon, *Une nouvelle application de la chronophotographie : la biotachygraphie* (*Congrès zoologique*, Berne, 1904).

(²) Carvallo, *Congrès de Physiologie*, Heidelberg, 1907.

(³) Ries, *Kinematographie des Befruchtung und Zellteilung* (*Arch. f. mikros. Anatom. und Entwicklung.*, 1909).





Cinématographie du développement de l'Oursin. Fragments de films réduits à $\frac{1}{2}$.

1° En haut, segmentation et formation de la larve. Le grossissement est le même pendant toute la série, sauf dans les trois dernières images où le pluteus, trop grand pour être entièrement contenu dans le champ photographique, est cinématographié à une échelle plus réduite.

2° En bas, diverses phases de la fécondation et de la première division, provenant d'un autre film. — Micromètres au $\frac{1}{100}$ de millimètre.

depuis plusieurs années au Collège de France (laboratoire de M. le professeur F. Franck), et décrit antérieurement ([1]). Le dispositif pour les prises lentes était constitué par un régulateur de Foucault manœuvrant un premier obturateur placé entre la source lumineuse (arc) et les embryons, et protégeant ceux-ci dans les intervalles des poses; ce premier obturateur en commandait électriquement un second situé au niveau du cinématographe.

La série des prises de vues a été divisée en trois parties : pendant la succession rapide des premières divisions, elles ont été espacées de 3 en 3 secondes; les intervalles ont été portés à 7 secondes pour la fin de la segmentation, jusqu'à l'apparition des premiers mouvements de la blastula; enfin, à partir de ce stade où l'embryon est mobile, nous avons pris, de stade en stade et jusqu'au pluteus inclusivement, des séries à grande vitesse suivant les méthodes usuelles. De sorte que le film le plus long (de la fécondation au pluteus) a environ 7000 à 8000 images. Qu'il nous soit permis ici de témoigner notre gratitude à la Maison Gaumont, à la libéralité de laquelle nous devons d'avoir pu poursuivre jusqu'au bout ces expériences délicates et dispendieuses.

Résultats. — Au point de vue de la physique cytologique, deux remarques sont intéressantes à signaler :

1° L'étroite intimité qui règne entre l'allure de tous les mouvements intrinsèques de l'embryon et les phénomènes de la dynamique ou de la cinématique capillaires. La comparaison de divers stades de la division de l'œuf avec les figures d'équilibre de certains systèmes capillaires (groupements de bulles de savon, gouttes d'huile, etc.) a été esquissée par plusieurs auteurs : Driesh ([2]), Errera ([3]), Robert ([4]), Roux ([5]); ces interprétations, purement statiques, paraissent devoir être confirmées au point de vue cinématique : le développement raccourci que montre le cinématographe évoque fortement l'idée des mouvements de bulles d'air se groupant à la surface d'un liquide par exemple.

([1]) F. Franck, *Démonstrations de microphotographie instantanée et de chronomicrophotographie* (*Soc. Biol.*, 1907). — *Note générale sur les prises de vues instantanées microphotographiques* (*Soc. Biol.*, 1907). — L. Chevroton, *Dispositif pour les instantanés et chronophotographie microscopique* (*Soc. Biol.*, 1909).

([2]) Driesh, *Betrachtungen über die Organisation des Eies* (*Arch. f. Entwickelungsmechanik*, 1897).

([3]) Errera, *Sur une condition fondamentale d'équilibre des cellules vivantes* (*Comptes rendus*, 1886); *Physiologie moléculaire*, 1903-1907 (*Institut botanique*, Bruxelles).

([4]) Robert, *Développement des Troques* (*Arch. Zool. exp.*, 1903).

([5]) Roux, *Ueber die Bedeutung geringer Verschiedenheiten der relativen Grösse der Furchungszellen* (*Arch. f. Entwickelungsmechanik*, 1897).

2° Les mouvements spéciaux d'une cellule donnée précédant sa division. Ces mouvements sont particulièrement visibles dans les premiers stades; ils consistent en oscillations d'élongation de la part de la cellule qui va se segmenter, élongations qui augmentent peu à peu d'amplitude, et dont la dernière se termine par la rupture en deux masses. Ce sont des oscillations croissant jusqu'à dépasser une zone d'équilibre stable. Elles sont souvent accompagnées de remous protoplasmiques. Il est à noter que ces oscillations sont seulement visibles lorsque le film est projeté à très grande vitesse, ce qui laisserait à penser que dans la réalité leur période est peut-être de l'ordre de plusieurs minutes; il n'est pas impossible toutefois que la période propre du cinématographe ait *stroboscopé* des oscillations de période inférieure à la minute.

Les théories de la division devront donc tenir compte de variations alternatives du champ de forces producteur de cette division.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence dans le lait d'une anaéroxydase et d'une catalase*. Note [1] de M. SARTHOU, présentée par M. Dastre.

Dans un travail communiqué à l'Académie des Sciences, en avril dernier, MM. le Dr Bordas et F. Touplain reprennent l'étude des ferments du lait. Ils concluent que les réactifs connus à base de paraphénylènediamine, de gaïacol, etc., corps facilement oxydables, ne peuvent démontrer l'existence dans le lait de peroxydases ou de catalases et rapportent la réaction positive à l'action catalytique du caséinate de chaux.

A la suite des faits nouveaux apportés dans cette Communication, nous avons fait quelques expériences dans le but de déterminer si le lait de vache renferme bien :

1° Une anaéroxydase, ainsi que l'ont signalé Dupouy, Raudnitz, Gillet, etc;

2° Une catalase mise en évidence par Sarthou, Rulhmann, Reiss.

On maintient à l'étuve à 30°, durant 10 heures, 100^{cm^3} de lait de vache cru. Au bout de ce temps le lait est caillé. La crème rassemblée à la partie supérieure est enlevée. On jette le coagulum sur un filtre : le lactosérum, renfermant une partie de la caséine soluble et une certaine quantité de l'anaéroxydase, passe dans le filtratum.

Si l'on examine ce filtratum, on constate :

---

(1) Présentée dans la séance du 2 novembre 1909.

1° Qu'il donne une réaction très fortement positive avec le gaïacol et la paraphénylènediamine; l'anaéroxydase qui provoque cette oxydation est en effet soluble dans le lactosérum et dans l'eau, ainsi que nous l'avons démontré ailleurs;

2° Qu'il ne décompose pas H^2O^2. Nous savons, en effet, que la catalase est insoluble dans le lactosérum et dans l'eau.

Il reste sur le filtre : la caséine insoluble, une certaine quantité de caséine soluble, une partie de l'anaéroxydase, la catalase.

Broyons ce résidu avec de l'eau distillée, refiltrons à nouveau. Le filtratum est d'une *limpidité parfaite :* il donne des réactions *très vivement positives* avec la paraphénylènediamine et le gaïacol en milieu oxygéné.

Si l'on poursuit le lavage à l'eau distillée, on arrive à *dissoudre* très rapidement toute l'anaéroxydase englobée dans le stroma caséineux.

Lorsque les eaux de lavage ne colorent plus les réactifs précipités, il ne reste plus sur le filtre que la caséine insoluble et la catalase.

Cette caséine insoluble se présente en particules excessivement ténues. Mise en suspension dans l'eau, *elle ne colore plus le gaïacol*, mais donne après 1 *ou* 2 *minutes* de contact une coloration bleu indigo avec la paraphénylènediamine. La réaction faite directement sur la caséine non mise en suspension est instantanée.

La caséine décompose l'eau oxygénée.

Nous concluons de ces expériences :

1° Qu'il existe dans le lait une anaéroxydase soluble dans le lactosérum et dans l'eau et une catalase insoluble;

2° Que la caséine insoluble oxyde la paraphénylènediamine, comme l'ont constaté MM. le Dr Bordas et Touplain, mais non le gaïcol;

3° Que la paraphénylènediamine présente un excès de sensibilité dont il faut tenir compte dans la recherche des ferments oxydants.

HYGIÈNE ET SALUBRITÉ. — *Mode de stérilisation intégrale des liquides par les radiations de très courte longueur d'onde.* Note [1] de M. **Billon-Daguerre**, présentée par M. Cailletet.

J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 1er mars dernier, le mode de stérilisation des liquides par les rayons ultra-violets, ayant fait l'objet d'un pli cacheté déposé le 7 janvier 1906.

En poursuivant les applications industrielles de mon procédé, j'ai été conduit à étudier, par l'analyse spectrale, les radiations de longueur d'onde

---

[1] Présentée dans la séance du 2 novembre 1909.

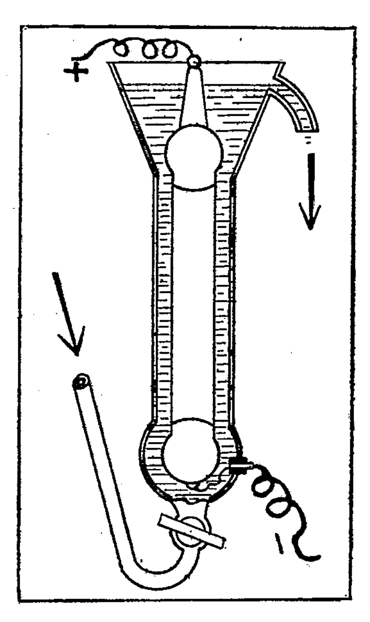
inférieure à 2600 unités angström, nombre correspondant à l'ultra-violet.

Il résulte de mes observations que, dans la région comprise entre 2000 et 1000 unités, certains gaz, notamment l'oxyde de carbone, l'acide carbonique, l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré, donnent des spectres riches en bandes. Les effets photochimiques de ces rayons de très courte longueur d'onde sont très prononcés et environ vingt-cinq fois plus puissants que ceux des rayons ultra-violets.

Ces résultats et ces chiffres sont d'ailleurs confirmés par Bumstead et par Lyman, de Harward University.

Je suis arrivé à utiliser industriellement ces radiations, nouvellement étudiées, pour la stérilisation des liquides; je remplace ainsi les lampes à vapeur de mercure employées jusqu'ici, par des tubes en quartz renfermant des gaz raréfiés que j'illumine par un courant induit ou statique.

J'obtiens une action microbicide ou abiotique beaucoup plus considérable que celle de la vapeur de mercure, pour une dépense bien moindre.



Ces lampes à gaz raréfiés sont en réalité des tubes de Geissler, de Crookes, de Moore dans une application nouvelle ayant pour but déterminé de stériliser, mais à la condition que ces tubes soient construits en quartz, afin de permettre le passage des radiations ultra-violettes et de très courte longueur d'onde inférieure à 2600 unités.

Ces lampes ou tubes à gaz raréfiés peuvent être immergés, sans inconvénient, au sein des liquides à stériliser, ce qui permet la construction économique de filtres

stérilisateurs domestiques, fonctionnant avec un courant primaire de 4 à 6 volts et de 2 ampères, et détruisant tous les germes pathogènes et ferments.

La figure de la page précédente représente un modèle de ces appareils d'application courante et économique.

Dans les modèles industriels à grand débit (3000^l à 6000^l à l'heure) l'écoulement des liquides stérilisés a lieu au moyen de tubes dont l'extrémité s'appuie, ou presque, sur la surface de la lampe génératrice des radiations.

On forme ainsi, entre la lampe et le tube extérieur, une couche liquide assurant la stérilisation rapide et intégrale, surtout lorsqu'on opère sur des liquides offrant, comme le lait, une certaine opacité.

Les lampes sont entourées d'un manchon protecteur en quartz, pour éviter l'action de l'ozone qui pourrait se produire.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des sérums toxiques et de leurs antitoxines sur le système nerveux. Contribution à l'étude du mécanisme de l'immunité.* Note de M. E. GLEY, présentée par M. Bouchard.

J'ai montré que divers sérums toxiques (sérum d'anguille et sérum de torpille), injectés directement dans le liquide céphalo-rachidien, agissent de la même façon sur les animaux préalablement immunisés et sur les animaux témoins ([1]). Il résulte de ces faits que les éléments anatomiques, au cours de l'immunisation, n'ont pas acquis l'immunité; ils ne résistent qu'autant que la toxine, avant de les atteindre, a été neutralisée par l'antitoxine présente dans le sang; si la toxine peut arriver jusqu'aux cellules nerveuses des animaux immunisés sans passer par le milieu sanguin, elle les intoxique aussi bien que celle des animaux neufs.

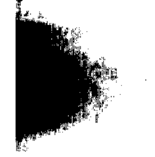
Voici, à l'appui de cette conception, une preuve nouvelle ([2]).

J'ai trouvé qu'on peut empêcher les accidents si violents ([3]) que détermine l'injection sous-arachnoïdienne du sérum d'anguille ou du sérum de torpille en injectant dans le liquide céphalo-rachidien, en même temps ou plus ou moins longtemps avant, une quantité déterminée de sérum antitoxique (sérum sanguin provenant d'animaux préalablement immunisés).

([1]) E. GLEY, *Comptes rendus*, 9 décembre 1907, t. CXLV, p. 1210.

([2]) Toutes les expériences résumées ci-après ont été faites sur le lapin. Voir, pour le détail des expériences, les comptes rendus du *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, session de Lille, 1909.

([3]) Voir E. GLEY, *loc. cit.* et *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Clermont-Ferrand, 1908, p. 608.



1. Les animaux qui ont reçu le mélange de toxine et d'antitoxine, à condition que celle-ci fût suffisamment active et en proportion double, n'ont point présenté d'accidents.

2. Il en est de même pour les animaux ayant reçu le sérum anti 5, 10 et 15 minutes avant le sérum toxique, si la dose du premier est suffisante (triple ou quadruple de celle du second).

3. Les animaux qui reçoivent l'antitoxine 1 et 2 heures avant la toxine ont des accidents plus ou moins graves, mais survivent presque tous.

4. Enfin l'injection du sérum antitoxique a été faite sur trois animaux 5 heures avant l'injection de sérum d'anguille. Un seul de ces lapins a survécu après avoir présenté des accidents graves durant 1 heure et demie.

Bien entendu, pour chacune de ces séries d'expériences, il y eut des animaux témoins recevant les mêmes doses de sérum toxique seul; tous moururent de la façon que j'ai décrite (*loc. cit.*).

Ainsi l'immunité des tissus, par rapport du moins aux toxines dont j'ai étudié l'action, dépend de la neutralisation, par les antitoxines correspondantes, des toxines amenées au contact de ces tissus. Dans ce fait se manifeste de nouveau la différence radicale qui existe entre l'immunité humorale et l'immunité cytologique, celle-ci tenant à la résistance propre, constitutionnelle en quelque sorte, des éléments anatomiques vis-à-vis d'une toxine donnée [1].

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action des sérums toxiques sur le cœur isolé d'animaux immunisés contre ces sérums.* Note de MM. **E. Gley** et **V. Pachon**, présentée par M. Bouchard.

Les ichtyotoxines (sérum d'anguille, sérum de torpille), portées directement dans le système nerveux central d'animaux préalablement immunisés contre l'action de ces liquides, l'empoisonnent de la même manière que le système nerveux d'animaux témoins; c'est ce qu'ont montré les recherches de l'un de nous [2].

Nous avons voulu voir si, dans quelque autre tissu, l'immunisation ne fait pas apparaître une résistance spécifique. Nos expériences ont été effec-

---

[1] Voir à ce sujet L. Camus et E. Gley, *Arch. intern. de Pharmacodynamie*, t. V, 1898, p. 247-305, et *Comptes rendus*, t. CXXIX, 24 juillet 1899, p. 231.

[2] E. Gley, *Comptes rendus*, t. CXLV, 9 décembre 1907, p. 1210, et *Association française pour l'avancement des Sciences*, Clermont-Ferrand, 1908, p. 608.

tuées sur le cœur isolé du lapin, dont il est facile d'étudier le fonctionnement par la méthode de Langendorff, au moyen de l'appareil de V. Pachon [1].

Les sérums employés étaient le sérum d'anguille ou celui de torpille.

Il nous a fallu d'abord déterminer l'action de ces sérums sur le cœur du lapin normal.

La détermination exacte de la toxicité est rendue assez délicate par le fait des variations d'activité des sérums suivant l'âge de ceux-ci et surtout par cet autre fait, à savoir que ces liquides n'agissent pas sur le cœur d'une façon élective; ils provoquent bien quelques troubles fonctionnels, mais ce ne sont point à coup sûr des *poisons cardiaques*. Sous ces réserves, voici les principaux phénomènes que nous avons observés :

L'adjonction au liquide de Ringer-Locke, qui circule dans les vaisseaux du cœur et entretient le fonctionnement de cet organe, d'une dose de sérum d'anguille variant de 1 à 4 pour 1000, selon l'activité du sérum employé, amène plus ou moins rapidement des irrégularités du cœur : à un groupe de contractions devenues plus faibles, succède un groupe de contractions plus amples; cette succession des mouvements cardiaques rappelle les *groupes périodiques de Luciani* que ce physiologiste a décrits d'après ses observations sur le cœur de grenouille, mais en diffère par leur périodicité beaucoup plus irrégulière. Au début du passage de la solution toxique dans les coronaires, il se produit quelquefois une courte phase d'accélération des contractions cardiaques.

Le sérum de torpille, ajouté au liquide de Ringer-Locke à la dose de 10^{cm^3} à 20^{cm^3} pour 1000, produit des troubles arythmiques plus ou moins graves; souvent le cœur se ralentit aussi, quelquefois ses contractions diminuent d'amplitude.

Le cœur des animaux immunisés réagit-il aux sérums toxiques de la même façon que le cœur des lapins normaux? Les difficultés que nous avons signalées plus haut relativement à l'étude de l'action de ces toxines sur le cœur isolé se retrouvent naturellement ici. Il s'en ajoute une autre qui vient de ce que le cœur des animaux immunisés présente presque toujours des altérations; il est hypertrophié [2], très souvent chargé de graisse avec un péricarde qui contient du liquide. On peut penser que ce cœur doit réagir moins bien qu'un cœur normal aux influences toxiques.

En fait, nous avons vu que le sérum d'anguille n'a produit, dans deux cas, que des troubles des plus légers; dans un autre cas sont survenues, mais assez tardivement

(1) Voir la description de cet appareil.

(2) Voir E. Gley, *Hypertrophie expérimentale du cœur* (*Soc. de Biol.*, 27 juillet 1907, p. 208).

(10 minutes après le début de l'intoxication), des irrégularités persistantes; enfin, dans un dernier cas, tout de suite après le passage de la solution toxique, il s'est produit des irrégularités, une accélération de plus en plus marquée et un affaiblissement progressif des contractions. D'autre part, le sérum de torpille, sur le cœur de deux animaux immunisés, n'a produit aucun trouble (1); au contraire, sur le cœur d'un troisième lapin, il a déterminé une arythmie analogue à celle qu'on observe sur le cœur des lapins normaux.

Conclusions. — Le cœur de plusieurs de ces animaux immunisés a présenté à peu près les mêmes troubles que celui des témoins. Il suit de là que cet organe isolé et fonctionnant en liquide Ringer-Locke, c'est-à-dire privé de l'antitoxine présente dans le sang circulant de l'animal intact, ne résiste guère mieux à l'action de la toxine que l'organe de l'animal non immunisé. La résistance aux toxines tiendrait donc à la présence élective, dans le sang, des antitoxines spécifiques correspondantes. Mais le cœur de plusieurs autres de nos lapins immunisés a paru posséder une certaine résistance à l'action de l'ichtyotoxine. Serait-ce là un fait d'accoutumance ou bien l'antitoxine, qu'on trouve dans le sang des immunisés et qui préserve les éléments anatomiques contre l'action de la toxine, se fixerait-elle en partie sur les éléments musculaires? Quoi qu'il en soit, cette résistance est un phénomène inconstant.

Ces expériences conduisent donc à des conclusions moins précises que celles faites par Gley dans les mêmes conditions sur le système nerveux des animaux immunisés. Ce qui peut tenir, en partie au moins, à ce que les sérums toxiques considérés, étant au premier chef des poisons du système nerveux central, tandis que, nous l'avons fait remarquer, ils agissent médiocrement sur le cœur, les réactions nerveuses sont plus nettes que les accidents cardiaques. Et ainsi l'étude du cœur isolé, qui paraissait *a priori* très favorable à la détermination de la nature du processus d'immunisation, ne s'est pas montrée dans ces recherches, en ce qui concerne les sérums avec lesquels nous avons expérimenté, la méthode de choix.

Appendice. — Dans trois expériences nous avons fait fonctionner le cœur isolé en ajoutant du sérum antitoxique (sérum de lapin immunisé) au sérum toxique introduit dans le liquide de circulation artificielle. Dans cette condition nous avons vu le sérum d'anguille ou celui de torpille ne produire aucun effet sur le cœur.

---

(1) Il importe de remarquer, relativement à l'un de ces deux cas, que le sérum employé s'est également montré inactif à la même dose sur le cœur de deux animaux témoins. C'est donc une expérience dont il n'y a pas à tenir compte.

M. **Auguste Coret** adresse une Note *Sur une sonde électromagnétique pour la recherche des sous-marins ou des torpilles qui couleraient dans un combat naval.*

(Renvoi à l'examen de M. Bertin.)

M. **F. Landolph** adresse deux Notes intitulées : *Sur l'absence complète de l'acide chlorhydrique libre dans le suc gastrique et sur le chimisme gastrique en général*, et : *Sur le dosage du chlore dans le suc gastrique.*

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 5 juillet 1909.)

Note de M. *A. Korn*, Sur quelques inégalités jouant un rôle dans la théorie des vibrations élastiques, etc. :

Page 28, ligne 2, l'inégalité (3 *c*) doit être remplacée par celle-ci :

$$\frac{1-k}{2}\int_\tau \theta^2\,d\tau \mathrel{\substack{=\\<}} (1-\mathrm{E})\int_\tau \left[\mathrm{S}\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 - \frac{1}{2}(u^2+v^2+w^2)\right] d\tau \qquad \left(k<\frac{1}{3}\right).$$

(Séance du 26 octobre 1909.)

Note de M. *C. Fleig*, Actions d'eaux minérales et de sérums artificiels radioactifs sur la survie d'organes ou d'éléments cellulaires isolés du corps (muscles lisses et striés, globules rouges, spermatozoïdes) :

Page 691, ligne 13 (titre à part), *au lieu de* Brixous, *lisez* Briscous.

Même page, ligne 25, *au lieu de* l'action de l'émanation, *lisez* l'action du rayonnement.

Page 692, ligne 9, *au lieu de* 500^{γ} pour 1000^{γ}, *lisez* 500^{γ} pour 1000^{cm^3}.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 NOVEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences de courbes et sur les surfaces normales aux droites d'un complexe.* Note de M. G. **Darboux**.

J'ai publié en 1870, au Tome premier du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, p. 348, une Note *Sur les systèmes linéaires de coniques et de surfaces du second ordre*, où se trouvent énoncés sans démonstration un grand nombre de résultats qui, depuis, ont été utilisés et démontrés par différents géomètres. Parmi ces résultats, je signalerai le suivant, qui avait attiré l'attention de Sophus Lie :

Étant données les normales à une famille de surfaces, on peut déterminer, sans intégration, toutes les familles de surfaces normales aux mêmes droites.

En d'autres termes : *Si l'on a déterminé une première famille de surfaces admettant comme normales toutes les droites d'un complexe, on saura déterminer toutes les surfaces dont les normales sont les droites du complexe.*

Je voudrais aujourd'hui revenir sur cette proposition, la démontrer et l'adjoindre à quelques autres, relatives aux congruences de courbes.

1. Envisageons d'abord l'ensemble des courbes définies par des équations différentielles

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y} = \frac{dz}{Z}, \tag{1}$$

où X, Y, Z sont des fonctions données quelconques des coordonnées rectangulaires x, y, z. Ces courbes forment ce qu'on appelle aujourd'hui une

congruence; il en passe un nombre limité par tout point de l'espace pour lequel les fonctions X, Y, Z ne s'annulent pas simultanément.

On sait qu'en général, ces courbes ne sont pas normales à une famille de surfaces. Pour qu'il en soit ainsi, il faut que la forme linéaire de différentielles

$$\Theta_d = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz \tag{2}$$

devienne une différentielle exacte quand on la multiplie par un facteur convenablement choisi, c'est-à-dire qu'on puisse trouver deux fonctions β et γ telles qu'on ait identiquement

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = \beta\,d\gamma. \tag{3}$$

Pour qu'il soit possible de satisfaire à cette identité, il faut et il suffit qu'on ait, pour tous les points de l'espace,

$$X\left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}\right) + Y\left(\frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}\right) + Z\left(\frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}\right) = 0. \tag{4}$$

Supposons que cette condition ne soit pas remplie. Alors, en considérant, au lieu de la forme (2), la suivante,

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz - d\alpha, \tag{5}$$

où α est supposée dépendre de x, y, z, on pourra voir ce que devient la condition (4) pour cette nouvelle forme; et l'on sera ainsi conduit à la condition

$$\begin{aligned} &X\left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}\right) + Y\left(\frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}\right) + Z\left(\frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}\right) \\ &\quad = \frac{\partial \alpha}{\partial x}\left(\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}\right) + \frac{\partial \alpha}{\partial y}\left(\frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial X}{\partial z}\right) + \frac{\partial \alpha}{\partial z}\left(\frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}\right), \end{aligned} \tag{6}$$

qui formera une équation aux dérivées partielles propre à déterminer α. Soit α l'une quelconque de ses solutions. Alors la forme linéaire de différentielles (5) pourra, d'après ce qui précède, être écrite sous la forme $\beta\,d\gamma$. Il sera donc toujours possible, en prenant pour α une solution quelconque de l'équation (6), de trouver deux fonctions β et γ telles qu'on ait identiquement

$$\Theta_d = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = d\alpha + \beta\,d\gamma. \tag{7}$$

Nous avons vu plus haut comment on détermine α. Lorsque α sera connue, on obtiendra β et γ en appliquant l'une quelconque des méthodes qu'on

peut employer pour l'intégration de l'équation aux différentielles totales

$$\left(X - \frac{\partial\alpha}{\partial x}\right) dx + \left(Y - \frac{\partial\alpha}{\partial y}\right) dy + \left(Z - \frac{\partial\alpha}{\partial z}\right) dz = 0. \tag{8}$$

Mais il est aussi possible de former un système d'équations différentielles, indépendant de α, dont les deux intégrales seront les fonctions β et γ. En effet, l'identité (7) peut être remplacée par les trois équations suivantes :

$$\left\{\begin{aligned} X &= \frac{\partial\alpha}{\partial x} + \beta\frac{\partial\gamma}{\partial x}, \\ Y &= \frac{\partial\alpha}{\partial y} + \beta\frac{\partial\gamma}{\partial y}, \\ Z &= \frac{\partial\alpha}{\partial z} + \beta\frac{\partial\gamma}{\partial z}, \end{aligned}\right. \tag{9}$$

entre lesquelles il est aisé d'éliminer α. Nous obtenons ainsi les relations

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y} &= \frac{\partial\beta}{\partial z}\frac{\partial\gamma}{\partial y} - \frac{\partial\beta}{\partial y}\frac{\partial\gamma}{\partial z}, \\ \frac{\partial Z}{\partial X} - \frac{\partial X}{\partial z} &= \frac{\partial\beta}{\partial x}\frac{\partial\gamma}{\partial z} - \frac{\partial\beta}{\partial z}\frac{\partial\gamma}{\partial x}, \\ \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} &= \frac{\partial\beta}{\partial y}\frac{\partial\gamma}{\partial x} - \frac{\partial\beta}{\partial x}\frac{\partial\gamma}{\partial y}, \end{aligned}\right. \tag{10}$$

et de là il résulte immédiatement que β et γ sont deux intégrales du système d'équations différentielles

$$\frac{dx}{\frac{\partial Y}{\partial z} - \frac{\partial Z}{\partial y}} = \frac{dy}{\frac{\partial Z}{\partial x} - \frac{\partial Y}{\partial z}} = \frac{dz}{\frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x}}. \tag{11}$$

2. Cette remarque va nous permettre d'élucider une question intéressante relative à l'identité (7), et d'indiquer toutes les manières dont cette identité peut être obtenue.

Il est évident *a priori* que la réduction de la forme Θ_d à l'expression typique

$$d\alpha + \beta\, d\gamma$$

ne saurait être unique. Car, si l'on pose

$$\alpha = \alpha' + F(\beta, \gamma),$$

$F(\beta, \gamma)$ désignant une fonction *quelconque* de β et de γ, on aura

$$d\alpha + \beta\, d\gamma = d\alpha' + \frac{\partial F}{\partial\beta} d\beta + \left(\frac{\partial F}{\partial\gamma} + \beta\right) d\gamma.$$

Or, il est toujours possible de réduire

$$\frac{\partial F}{\partial \beta} d\beta + \left(\frac{\partial F}{\partial \gamma} + \beta\right) d\gamma$$

à la forme

$$\beta' d\gamma'.$$

On aura donc

$$(12) \qquad d\alpha + \beta\, d\gamma = d\alpha' + \beta'\, d\gamma'.$$

Mais le résultat que nous avons obtenu plus haut nous permet de montrer que cette transformation de $d\alpha + \beta\, d\gamma$ est la plus générale qu'on puisse obtenir. En effet, si l'on se reporte à l'équation (6) qui définit α, on voit immédiatement que, si α' en est une solution particulière, la solution la plus générale en sera

$$\alpha' + F(\beta, \gamma).$$

3. De là résulte immédiatement que, si l'on a réduit la forme fondamentale Θ_d à la forme typique

$$d\alpha + \gamma\, d\beta,$$

on pourra obtenir, sans difficulté, toutes les formes typiques équivalentes.

Le procédé qui se présente le premier consiste à poser, comme nous l'avons fait plus haut,

$$(13) \qquad \alpha = \alpha' + F(\beta, \gamma),$$

ce qui donnera

$$\Theta_d = d\alpha' + \frac{\partial F}{\partial \beta} d\beta + \left(\frac{\partial F}{\partial \gamma} + \beta\right) d\gamma,$$

puis à réduire, ce qui est toujours possible,

$$\frac{\partial F}{\partial \beta} d\beta + \left(\frac{\partial F}{\partial \gamma} + \beta\right) d\gamma$$

à la forme

$$\gamma' d\beta'.$$

Mais ce procédé a l'inconvénient d'exiger l'intégration d'une équation différentielle, à savoir l'équation

$$\frac{\partial F}{\partial \beta} d\beta + \left(\frac{\partial F}{\partial \gamma} + \beta\right) d\gamma = 0.$$

La méthode suivante montre, au contraire, que, dès qu'on aura une expression typique de la forme fondamentale, on pourra obtenir toutes les autres *sans aucune intégration*.

Soit, en effet, à résoudre l'équation

$$d\alpha + \beta\, d\gamma = d\alpha' + \beta'\, d\gamma'. \tag{14}$$

On peut l'écrire comme il suit :

$$d(\alpha - \alpha') = \beta'\, d\gamma' - \beta\, d\gamma. \tag{15}$$

Si γ' était fonction de γ, on aurait

$$\alpha - \alpha' = \mathrm{F}(\gamma), \tag{16}$$

et l'expression $d\alpha + \beta\, d\gamma$ se transformerait dans la suivante,

$$d\alpha' + [\mathrm{F}'(\gamma) + \beta]\, d\gamma, \tag{17}$$

qui est encore une forme typique. Laissons ce cas particulier de côté, et supposons que γ et γ' soient indépendantes l'une de l'autre. Alors l'équation différentielle (15) pourra évidemment se remplacer par le système des trois équations finies

$$\left\{\begin{array}{l} \alpha - \alpha' = \Phi(\gamma, \gamma'), \\ \beta = -\dfrac{\partial\Phi}{\partial\gamma}, \qquad \beta' = \dfrac{\partial\Phi}{\partial\gamma'}, \end{array}\right. \tag{18}$$

qui fournissent γ', β' et α' en fonction de α, β, γ. Ainsi :

Quand on a obtenu une expression typique de la forme fondamentale, on peut obtenir toutes les autres sans aucune intégration.

Les formules qui résolvent le problème contiennent une fonction arbitraire de deux variables et ses dérivées premières.

4. La réduction de la forme différentielle Θ_d à la forme typique

$$d\alpha + \beta\, d\gamma$$

nous permet de résoudre un curieux problème de Géométrie :

Étant données les courbes définies par les équations différentielles (1), *proposons-nous de trouver* en termes finis *les équations de toutes les courbes de l'espace qui sont leurs trajectoires orthogonales.*

Comme ces courbes trajectoires orthogonales satisfont à l'unique équation

$$\Theta_d = \mathrm{X}\,dx + \mathrm{Y}\,dy + \mathrm{Z}\,dz = 0,$$

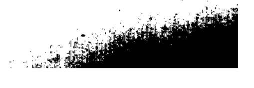
on pourra les caractériser par l'équation différentielle

$$d\alpha + \beta\, d\gamma = 0,$$

qu'on résout immédiatement en posant

$$\alpha = \mathrm{F}(\gamma), \qquad \beta = -\mathrm{F}'(\gamma);$$

telle sera la solution demandée.



ÉLECTRICITÉ. — *Sur la tension de vapeur d'un liquide électrisé.* Note de M. **Gouy**.

Les relations établies dans une Note récente (¹) permettent de reprendre sur de nouvelles bases l'examen de cette question, étudiée d'abord par M. Blondlot (²), qui a envisagé l'équilibre de distillation, existant entre la partie d'un liquide conducteur qui est soulevée par l'attraction d'un plateau électrisé et le reste de sa surface. Il en a conclu que la tension de vapeur est diminuée par l'électrisation de la quantité $\frac{2\pi\sigma^2\delta}{\Delta}$, en désignant par δ et Δ les densités de la vapeur et du liquide, et par σ la charge par unité de surface. Nous désignerons aussi par K et F le pouvoir inducteur de la vapeur et l'intensité du champ; δ et $K - 1$ seront traités comme des quantités très petites.

Ce raisonnement, dont le principe est irréprochable, est rendu incomplet par une omission qui, du reste, était fréquente jusqu'à ces dernières années dans les questions de ce genre. On admettait implicitement que la pression de la vapeur ou du gaz est la même dans le champ et hors du champ, ce qui implique l'absence de forces tendant à attirer le diélectrique dans le champ. Cependant de telles forces étaient bien connues depuis les expériences de Boltzmann, mais on les regardait souvent comme s'exerçant sur la surface même du diélectrique, ce qui masquait leur véritable action, productrice de pression hydrostatique (³).

Des vues divergentes sur ce sujet ont été possibles en laissant indéterminée la constitution des gaz; mais, si l'on adopte l'hypothèse moléculaire généralement admise, plusieurs points paraissent hors de discussion :

1° Le fait de l'augmentation de capacité d'un condensateur par la présence du gaz exige que les molécules, sous l'action du champ, prennent un *moment électrique*, sans quoi elles ne pourraient agir sur les plateaux à travers le vide intermoléculaire.

(¹) *Sur la constitution de la charge électrique à la surface d'un électrolyte* (*Comptes rendus*, 26 octobre 1909).

(²) R. Blondlot, *Influence de l'état électrique d'une surface liquide sur la tension maxima de la vapeur de ce liquide en contact avec la surface* (*Journal de Physique*, 1884).

(³) Il est remarquable que, dans les problèmes magnétiques, si analogues à ceux-ci, les physiciens n'aient fait nulle difficulté d'adopter, dès l'origine, le point de vue de la pression hydrostatique. J'ai essayé déjà de montrer quel rôle essentiel joue cette pression dans les attractions et répulsions des corps électrisés [*Sur le rôle des milieux diélectriques en électrostatique* (*Journal de Physique*, 1896)].

2° Puisque les molécules ont un moment électrique, elles sont soumises, dans un champ non uniforme, à des forces qu'on sait calculer, et qui tendent à les entraîner suivant la direction où l'intensité du champ augmente le plus vite.

3° En raison de ces forces, l'équilibre hydrostatique exige que le gaz possède, dans le champ, une pression plus grande que la pression extérieure, de la quantité $\frac{F^2}{8\pi}(K-1)$.

Ces propositions sont, je crois, regardées avec raison comme des conséquences naturelles de la théorie moléculaire des gaz; tout au moins aucune théorie n'a-t-elle été formulée qui, acceptant les idées essentielles de la théorie des gaz, conduisît à d'autres relations.

L'excès de pression dans le champ électrique rend compte, sans aucune hypothèse, de l'accroissement de densité du gaz, qui, depuis les travaux de MM. Quincke et Lippmann, est connu sous le nom de *contraction électrique des gaz;* il suffit en effet d'appliquer la loi de Mariotte. Remarquons à ce sujet que, si un condensateur à plateaux verticaux est placé dans un gaz, il y a dans le champ du gaz plus dense, que la pesanteur tend à faire descendre. Comme il ne se produit pas une circulation perpétuelle, il existe donc des forces appliquées au gaz qui le retiennent dans le champ, fait dont l'explication la plus naturelle est donnée par ce qui précède.

Revenons à l'équilibre de distillation. Soient P' la tension de vapeur à la surface liquide dans le champ, P cette tension à la surface hors du champ, et h la différence de niveau des deux surfaces. Nous avons, d'après ce qui précède,

$$P'-P=\frac{F^2}{8\pi}(K-1)-gh\delta. \tag{1}$$

Examinons d'abord le cas où le liquide, de pouvoir inducteur K_0, est parfaitement isolant. Le dispositif est tel que le champ soit normal à la surface du liquide, soulevée par l'action électrostatique [1]. Nous avons, d'après une loi connue,

$$gh\Delta=\frac{F^2}{8\pi}\,\frac{K_0-1}{K_0},$$

[1] Par exemple, on placera horizontalement, à peu de distance au-dessous de la surface liquide, un plateau qui, avec le plateau supérieur, formera un condensateur, dont le diélectrique sera en partie du liquide et en partie de la vapeur.

et par suite, d'après (1),

$$P' - P = \frac{F^2}{8\pi}\left(K - 1 - \frac{K_0 - 1}{K_0}\frac{\delta}{\Delta}\right). \tag{2}$$

La parenthèse est positive, le dernier terme étant même bien inférieur à $K - 1$ (1). Ainsi *la polarisation diélectrique, quand le champ est normal à la surface, produit une augmentation de la tension de vapeur* (2).

Revenons à notre électrolyte. Il résulte de ce qu'on a vu précédemment (3) qu'il y a encore un champ électrostatique dans les couches superficielles d'un électrolyte électrisé. A la surface même, ce champ est exactement celui qui existerait si l'électrolyte était remplacé par un diélectrique de même pouvoir inducteur et si F conservait la même valeur. Dès lors, la tension de vapeur doit être augmentée, du fait de la polarisation diélectrique, d'une quantité qui n'est autre que le second membre de (2).

En outre, les couches superficielles de l'électrolyte électrisé diffèrent du reste du liquide par le nombre des ions qu'elles contiennent. Elles forment une solution moins diluée, la différence étant pourtant assez petite pour qu'on puisse encore regarder cette solution comme étendue. Dès lors, nous pouvons calculer, par les formules ordinaires, la diminution de tension de vapeur due à cet accroissement de concentration (4).

---

(1) D'après la relation de Mossoti-Clausius, on aurait à peu près

$$\frac{K-1}{K+2} \doteq \frac{K_0 - 1}{K_0 + 2}\frac{\delta}{\Delta},$$

d'où résulte l'énoncé, pnisque K_0 est très supérieur à l'unité.

(2) Si le champ n'était pas normal à la surface, mais tel que la direction de la polarisation dans le liquide fît un angle θ avec la normale, on aurait, en appelant I l'intensité de la polarisation,

$$gh\Delta = 2\pi I^2\left(\frac{1}{K_0 - 1} + \cos^2\theta\right) \quad \text{(formule de M. Liénard).}$$

La discussion des variations de la tension de vapeur suivant les valeurs de θ se fait aisément, à l'aide de l'équation (1). On voit que, lorsque le champ est parallèle à la surface, $P' - P$ serait négatif si la formule de Mossoti-Clausius était exacte.

(3) *Loc. cit.*

(4) Pour cela, nous n'avons pas à nous occuper des molécules non dissociées, car l'électrisation ne change pas leur concentration. En effet, la solution étant étendue, leur distribution ne pourrait être troublée que par un défaut d'équilibre chimique avec les ions. Mais le principe de Carnot exige qu'il y ait partout équilibre chimique aussi bien que physique, sans quoi on aurait une circulation continue d'ions et de molécules. Aussi voyons-nous, par les équations (3) de la Note précédente, que les

Avec nos notations antérieures, le nombre d'ions-grammes par unité de volume est, à l'intérieur, $N_c + N'_c + \ldots + N_a + N'_a + \ldots$, et, à la surface, $N_c U_{co} + N'_c U'_{co} + \ldots + N_a U_{ao} + N'_a U'_{ao} + \ldots$. On a donc, en appelant p_0 et p les deux pressions osmotiques,

$$p_0 - p = RT[N_c(U_{co} - 1) + N'_c(U'_{co} - 1) + \ldots + N_a(U_{ao} - 1) + N'_a(U'_{ao} - 1) + \ldots].$$

Mais, d'après l'équation (4) de la Note précédente, la parenthèse vaut $\frac{2\pi\sigma^2}{K_0 RT}$. Il vient donc

$$p_0 - p = \frac{2\pi\sigma^2}{K_0} = \frac{F^2}{8\pi K_0}.$$

D'autre part, d'après une relation bien connue, la différence des tensions de vapeur de deux solutions qui ont les pressions osmotiques très voisines p_0 et p est $(p_0 - p)\frac{\delta}{\Delta}$. On a donc finalement

$$(3) \qquad P' - P = \frac{F^2}{8\pi}\left(K - 1 - \frac{\delta}{\Delta}\frac{K_0 - 1}{K_0} - \frac{\delta}{\Delta}\frac{1}{K_0}\right) = \frac{F^2}{8\pi}\left(K - 1 - \frac{\delta}{\Delta}\right).$$

Cette expression de $P' - P$ est précisément celle que nous aurions pu calculer d'avance, d'après (1), en remarquant qu'on a ici

$$gh\Delta = 2\pi\sigma^2.$$

Ainsi, nous voyons qu'*en considérant simplement la couche superficielle de l'électrolyte électrisé comme une solution plus concentrée que l'intérieur, nous arrivons à une expression correcte de la diminution de tension de vapeur due à la charge seule*, c'est-à-dire déduction faite du terme correspondant à la polarisation diélectrique.

L'effet global, comprenant l'action de la charge et celle de la polarisation diélectrique, est une augmentation de tension de vapeur, du moins pour l'eau et les corps ayant un pouvoir inducteur élevé.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbonates acides alcalins.* Note de M. DE FORCRAND.

Depuis longtemps l'attention s'est portée sur ces efflorescences naturelles de carbonates acides de sodium désignées sous les noms de *natron*, *trona*,

concentrations des ions correspondent à l'équilibre avec une concentration constante en molécules; par exemple, pour deux ions de même valeur, le produit de leurs concentrations est constant.

urao, etc. A plusieurs reprises on a essayé de reproduire de pareilles combinaisons, et divers auteurs ont proposé les formules

$$Na^2CO^3 + 2NaHCO^3 + 3H^2O \quad \text{ou} \quad + 4H^2O \quad \text{ou} \quad + 6H^2O,$$

et

$$Na^2CO^3 + NaHCO^3 + 2H^2O.$$

Pour le carbonate de potassium, une ancienne observation de Fluckiger indiquait

$$K^2CO^3 + 2KHCO^3 + 5H^2O,$$

tandis que Rammelsberg attribue seulement $3H^2O$ au même composé, qui d'ailleurs n'a jamais pu être obtenu que deux fois, et accidentellement.

Dans un travail plus récent (¹) M. Lescœur signale que les échantillons anciens de carbonate de potassium solide ont toujours un *indice d'acidité* (²)

$$\frac{2(n-m)}{n},$$

supérieur à l'unité lorsque le flacon a été souvent débouché, et que cet indice peut atteindre 1,5. Cette dernière valeur correspondrait au rapport

$$K^2CO^3 + 2KHCO^3,$$

le même que pour les composés hydratés de Fluckiger et de Rammelsberg (³).

Quant aux carbonates de rubidium et de cæsium, on ne sait rien d'analogue encore, sinon que, d'après Kirchhoff et Bunsen, les dissolutions des carbonates neutres absorbent à froid le gaz carbonique de l'air, et que les dissolutions des bicarbonates perdent du gaz carbonique à l'ébullition.

J'ai étudié à ce point de vue les carbonates de potassium, de rubidium et de cæsium.

J'ai d'abord abandonné, à l'air libre, entre 12° et 25°, des dissolutions étendues, pendant plusieurs semaines. Elles ont, toutes les trois, absorbé le gaz carbonique, et j'ai suivi la marche du phénomène en déterminant de temps en temps l'indice d'acidité, lequel était, au début, très voisin de l'unité.

Dans ces conditions, la valeur de l'indice se fixe, au bout d'un mois

---

(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. XVII, 1897, p. 18.

(²) *m* est l'acidité à la phtaléine et *n* l'acidité à l'hélianthine.

(³) Ce résultat est certainement exceptionnel, mais il est très fréquent de rencontrer d'anciens échantillons dont l'indice atteint 1,10 et 1,15.

environ, aux valeurs suivantes :

	Valeurs de l'indice.	Formules correspondantes.
K....................	1,06	$8K^2CO^3 + 2KHCO^3$
Rb....................	1,165	$3Rb^2CO^3 + 2RbHCO^3$
Cs....................	1,125	$4Cs^2CO^3 + 2CsHCO^3$
Cs....................	1,20 (1)	$2,5Cs^2CO^3 + 2CsHCO^3$

sans s'attacher, pour le moment, à ces rapports, leur fixité (dans les deux premiers cas au moins) semble bien indiquer des combinaisons.

J'ai ensuite opéré en sens inverse, partant de dissolutions étendues de bicarbonates (indice 2) que je chauffais au bain-marie, pendant plusieurs jours, dans une capsule d'argent, en ajoutant de temps en temps de l'eau pour maintenir les liqueurs étendues. Les phénomènes sont alors différents pour le sel de potassium et pour les deux autres.

Le premier perd d'abord beaucoup de gaz carbonique, mais sans donner jamais le carbonate neutre. Si l'on prolonge l'expérience pendant une semaine au moins, sans interruption, et en laissant à la fin la liqueur se réduire à un faible volume, on trouve, après refroidissement, un liquide qui a pour indice 1,06 (le même que précédemment), et des cristaux qui ont un indice de 1,20 et la composition suivante (2) :

$$5K^2CO^3 + 7,5H^2O + 4KHCO^3,$$

soit

$$5(K^2CO^3 + 1,5H^2O) + 4KHCO^3.$$

Les bicarbonates de rubidium et de cæsium se comportent autrement. Dès les premières heures ils perdent la totalité du gaz carbonique *acide*, et l'indice passe de 2 à 1. Puis, si l'on prolonge l'expérience, les dissolutions absorbent lentement le gaz carbonique de l'air, l'indice augmente de nouveau, et se fixe, après 4 ou 5 jours, aux valeurs suivantes :

1,165 pour Rb et 1,10 pour Cs,

et si, à ce moment, on laisse évaporer à faible volume, les cristaux qui se

(1) Les écarts observés pour ce sel paraissent dépendre surtout de la dilution, l'indice le plus faible (1,125) étant obtenu avec les dissolutions les plus étendues.

(2) J'ai retrouvé ces mêmes cristaux (même indice 1,20 et même composition) par cristallisation à froid d'une dissolution de carbonate neutre de potassium abandonnée pendant plusieurs mois à l'air. Les eaux mères avaient pour indice 1,06, comme je l'ai dit plus haut.

déposent ont exactement les mêmes indices, et leur analyse donne :

$$3Rb^2CO^3 + 4,5H^2O + 2RbHCO^3 \quad \text{ou} \quad 3(Rb^2CO^3 + 1,5H^2O) + 2RbHCO^3,$$
$$5Cs^2CO^3 + 17,5H^2O + 2CsHCO^3 \quad \text{ou} \quad 5(Cs^2CO^3 + 3,5H^2O) + 2CsHCO^3.$$

Ce dernier carbonate acide peut d'ailleurs perdre $7,5H^2O$ lorsqu'on le maintient, à sec, au bain-marie, pendant une journée. Il conserve le même indice, et sa formule devient

$$5Cs^2CO^3 + 10H^2O + 2CsHCO^3 \quad \text{ou} \quad 5(Cs^2CO^3 + 2H^2O) + 2CsHCO^3.$$

Enfin j'ai pu reproduire les mêmes composés en partant de dissolutions étendues de carbonates neutres, que je chauffais de la même manière au bain-marie pendant plusieurs jours, en ayant soin de laisser évaporer à la fin jusqu'à cristallisation. L'existence de ces combinaisons n'est donc pas douteuse.

Le rapport qui les caractérise est

$$\frac{2,5}{2} \text{ pour K}, \qquad \frac{3}{2} \text{ pour Rb}, \qquad \frac{5}{2} \text{ pour Cs}.$$

On remarquera que dans leurs formules interviennent soit l'hydrate bien connu $K^2CO^3 + 1,5H^2O$, soit les deux hydrates de carbonates neutres que j'ai isolés précédemment :

$$Rb^2CO^3 + 1,5H^2O \quad \text{et} \quad Cs^2CO^3 + 3,5H^2O.$$

L'existence du dernier composé (¹)

$$5(Cs^2CO^3 + 2H^2O) + 2CsHCO^3$$

laisse supposer qu'il doit exister aussi un hydrate à $2H^2O$, non encore obtenu, du carbonate neutre de cæsium.

Tous ces carbonates acides contiennent un excès de carbonate neutre par rapport au bicarbonate; en aucun cas je n'ai pu isoler des combinaisons à

(¹) Ce composé contient 83, 84 pour 100 de cæsium, et celui dont il dérive par déshydratation en contient 89 pour 100. Ces nombres sont les mêmes que ceux que donnerait un carbonate *neutre* à $3,5H^2O$ ou à $2,25H^2O$. Il en résulte que si l'on cherche à préparer les hydrates des carbonates neutres par évaporation à l'air libre des dissolutions, et qu'on se borne à doser le métal pour en déduire le degré d'hydratation, on peut attribuer par erreur au carbonate neutre un nombre de molécules d'eau imaginaire, à cause de la formation de ces carbonates acides. Cette confusion a dû se produire.

molécules égales ou bien à excès de bicarbonate, comparables aux *natrons* ou aux produits décrits par Fluckiger et par Rammelsberg.

L'étude thermochimique des quatre combinaisons cristallisées que j'ai décrites indique qu'elles sont très peu stables :

		Chaleur de formation	
	Chaleur de dissolution.	à partir de deux composants.	rapportée à une seule molécule de carbonate neutre.
	Cal	Cal	Cal
$5(K^2CO^3 + 1,5H^2O) + 4KHCO^3$......	—21,848	—2,677	—0,535
$3(Rb^2CO^3 + 1,5H^2O) + 2RbHCO^3$......	— 7,722	—3,120	—1,040
$5(Cs^2CO^3 + 3,5H^2O) + 2CsHCO^3$......	—25,800	—1,214	—0,243
$5(Cs^2CO^3 + 2H^2O) + 2CsHCO^3$......	— 8,226(¹)		

Les nombres de la dernière colonne de ce Tableau sont négatifs, mais très faibles. Ils seraient sans doute positifs à la température où ces composés se forment.

Déjà les résultats signalés au début de cette Note indiquent qu'en dissolution étendue et à froid on obtient d'autres rapports pour le potassium et pour le cæsium. Il est probable que, pour chacun de ces carbonates, il existe une série de combinaisons peu stables caractérisées par des rapports qui varient suivant la dilution, la température, et peut-être la richesse en gaz carbonique de l'air.

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Influence des anesthésiques et du gel sur les plantes à coumarine.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Dans deux récentes Communications (²), MM. Guignard et Mirande ont appelé l'attention sur l'action des anesthésiques (éther sulfurique et chloroforme) sur le dédoublement de certains glucosides dans les plantes qui en sont pourvues et ont montré que ces deux influences, identiques dans leurs résultats par la formation de la cyanogenèse, étaient engendrées par la

(¹) Le passage de l'un à l'autre de ces deux derniers composés (perte de $7,5H^2O$) correspond à $17^{Cal},574$, soit $2^{Cal},340$ par molécule. Le premier doit donc *bouillir* et donner le second à une température de 127° C., ce qui explique bien que la transformation se fait aisément à 100°.

(²) *Comptes rendus*, p. 91 et 140 (séance du 12 juillet 1909).

même cause (*plasmolyse*) avec appauvrissement en eau du cytoplasme et exosmose de cette eau chargée de principes divers réagissant entre eux en dehors de la cellule. La formation d'essences diverses benzoïlées ou sulfurées trahissent à l'odorat des réactions qui s'opèrent, et il a été possible à M. Mirande de doser l'intensité de cette formation. Ce sont là, à divers égards, des résultats du plus haut intérêt.

Il m'a paru qu'il ne serait pas inutile, pour étendre ces résultats, de porter l'examen de l'influence des mêmes agents (*gel* et *anesthésiques*) sur les plantes pourvues de *coumarine*, à l'état vivant, soit vertes, soit chlorosées, et qui, dans les conditions normales, on le sait, ne donnent aucune odeur de *coumarine* avant leur dessiccation, telles que : *Anthoxanthum odoratum*, *Liatris odoratissima* et *spicata*, *Angræcum fragrans*, où la *coumarine* est à l'état libre, et *Melilotus officinalis*, où elle est combinée à l'acide *mélilotique* et au *mélilotol*.

Mes expériences, plusieurs fois répétées, m'ont démontré que le chloroforme pur (anesthésique) et l'éther sulfurique agissent sur les feuilles vivantes de *Liatris spicata* avec une rapidité surprenante.

Dès que l'anesthésique est versé sur un tampon d'ouate placé dans un verre de montre sous une cloche en verre, on voit la coloration de la feuille passer du vert foncé au noir et la surface de la feuille (face supérieure) se couvrir d'une petite nappe liquide, pendant que l'odeur de la *coumarine*, qui, on le sait, ne se manifeste pleinement que très tard (après 2 ou 3 jours de cueillette) sur les feuilles détachées témoins, se produit immédiatement. Les témoins demeurent de couleur verte, même après dessiccation.

Les mêmes faits se sont produits avec les feuilles de la flouve odorante (*A. odoratum*), avec cette différence toutefois que les feuilles, après traitement sous cloche au chloroforme ou à l'éther, sont restées vertes et n'ont commencé à dégager l'odeur de *coumarine* que 10 minutes après le commencement de l'action de l'anesthésique. Avec le chlorure de méthyle mêlé au chlorure d'éthyle (kélène), l'action a été immédiate : production de givre à la surface des feuilles, puis dégagement de l'odeur de *coumarine*, mais avec persistance de la couleur verte.

Toutefois, les faits ont été quelque peu différents avec le mélilot officinal.

Il m'a fallu poursuivre l'action des anesthésiques pendant près de 2 heures pour obtenir (soit avec l'éther, soit avec le chloroforme) le dégagement de l'odeur particulière à cette plante desséchée, et les feuilles ont noirci. Il y a eu aussi un retard, mais moins prononcé (un quart d'heure) avec le froid obtenu par la pulvérisation du chlorure de méthyle (kélène). Ce fait trouverait peut-être son explication dans la localisation en différentes cellules du *parenchyme foliaire*, de la *coumarine*, du *mélilotol* et de l'acide

mélilotique. Mais je ne suis pas parvenu à démontrer par l'étude histochimique cette localisation possible sinon probable; il m'a manqué des réactions colorées bien préétablies et bien nettes pour y arriver. C'est un point délicat à élucider. Mais, par contre, je puis affirmer que, dans tous les cas cités ci-dessus, j'ai pu constater, comme MM. Guignard et Mirande, que les phénomènes de dégagement rapide ou retardé de l'odeur de *coumarine* ou de mélilot sont accompagnés de plasmolyse; l'examen des tissus, soit gelés, soit anesthésiés, m'a montré que « le sac protoplasmique des cellules est détaché de la membrane cellulaire et plus ou moins contracté ».

Dans quelques Crucifères autres que celles mises en cause par M. Guignard et que j'ai expérimentées pour contrôler la généralité du phénomène, notamment *Lepidium latifolium*, *Cochlearia armoracia*, l'influence du gel par le chlorure d'éthyle (kélène) pulvérisé a toujours donné lieu à un dégagement immédiat d'essence de moutarde. Dans le *Diplotaxis tenuifolia*, l'odeur de roquette si particulière, et qu'on n'obtient que par le froissement et la dilacération de la feuille, se manifeste immédiatement après la dissipation du givre. Cette odeur de roquette n'est pas exactement celle de l'essence de moutarde; elle doit se compliquer de quelques autres essences sulfurées dont les éléments (glucoside et ferment) sont peut-être différents (je n'ai aucune certitude sur ce point) de ceux qui donnent l'essence de moutarde, et sont peut-être aussi localisés dans des cellules différentes du parenchyme. C'est encore un point à élucider. Mais, quoi qu'il en soit, le phénomène essentiel (plasmolyse) est commun à tous les cas envisagés et c'est là le résultat dominant de ces recherches.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Fixation de la mutation gemmaire culturale du* Solanum maglia : *variation de forme et de coloris des tubercules mutés.* Note de M. **Édouard Heckel.**

L'an dernier, le 5 octobre, j'ai communiqué verbalement à l'Académie des Sciences les résultats matériels de mes recherches sur la mutation gemmaire du *Solanum maglia* sauvage en donnant en détail les conditions dans lesquelles j'ai pu les réaliser, et en faisant remarquer que cette mutation aboutit comme celle du *S. Commersonii* sauvage (Labergerie, Planchon, etc.) à reproduire les formes connues aux diverses variétés du *S. tuberosum* cultivées, et me semble résulter d'une action symbiotique en ce qui touche la transformation complète des tubercules. Mon opinion ne s'est pas modifiée depuis, et elle a été confirmée par l'obtention récente de la mutation du *S. Commersonii* par M. le professeur Planchon, de l'Université de Mont-

pellier. C'est la première fois qu'un pareil résultat est obtenu sur cette espèce dans le midi de la France, tandis que les pays du Nord à climat plus humide (qui conviennent mieux à cette espèce) ont vu cette mutation se faire rapidement entre les mains de plusieurs expérimentateurs munis par mes soins de tubercules sauvages de *S. Commersonii*.

Aux faits que j'ai signalés l'an dernier, en ce qui concerne *S. maglia*, je puis aujourd'hui, après la campagne d'expérimentation de 1909 et après la récolte, ajouter cet autre fait, non moins important au point de vue cultural, que les tubercules mutés appartenant à la quatrième génération (en comptant la première tout à fait sauvage), c'est-à-dire résultant des 4 années d'essais, se sont parfaitement maintenus sans aucun signe de retour et tels qu'ils étaient sortis de la troisième génération, en un mot se confondant de plus en plus avec les formes connues de *S. tuberosum* cultivé, et cela tant dans les parties aériennes que dans les parties souterraines. L'expérience a porté sur un assez grand nombre de pieds pour que la certitude dans la fixité de la mutation soit dès aujourd'hui établie. Le fait n'a rien de surprenant étant donné que, dans le passage de la troisième à la quatrième génération, la fixité était déjà manifeste, ainsi que je l'ai fait connaître l'an dernier. Toutefois, j'ai relevé certaines variations du coloris et de la forme des tubercules qui méritent, je crois, d'autant plus d'être signalées qu'elles touchent à l'histoire de la pomme de terre cultivée qui se refait en ce moment. *Selon toute probabilité* en effet, celle-ci n'est pas sortie exclusivement du *S. tuberosum* sauvage, comme le veut la notion classique, mais encore de diverses autres espèces du littoral américain, plus accessibles partant aux voyageurs et aux navigateurs, entre lesquelles les *S. Commersonii* et *S. maglia* sauvages tiennent la première place. L'une, la première, est de la côte Est, l'autre de la côte Ouest du sud du nouveau continent. Je crois avoir mis suffisamment en lumière cette multiple origine de la pomme de terre cultivée dans mon étude historique et expérimentale sur : *Les origines de la pomme de terre cultivée* (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 1908).

Cette année j'ai constaté, dans mes cultures de *S. maglia* muté, que les formes les plus variées et les couleurs les plus différentes de tubercules peuvent se produire sur un même pied. En général, d'un tubercule violet ou violacé [1] sort une plante portant d'abord quelques tubercules de même

---

(1) Il est à remarquer que les tubercules sauvages sont le plus souvent violets, mais on en trouve aussi d'incolores (blancs), dans *S. maglia* sauvage.

couleur, mais ensuite (et toujours ramassés autour du pied de la plante) se produisent des tubercules, bigarrés de blanc et de violet, puis des blancs et même des roses. D'un tubercule blanc il sort aussi en premier lieu un tubercule blanc ou jaunâtre, mais avec accompagnement de plusieurs autres de diverses couleurs et notamment de violet. En somme le retour au violet, couleur dominante du tubercule sauvage, est la règle; mais il est bien entendu que les tubercules mutés n'ont plus ni longs stolons, ni lenticelles, ni chair compacte et aqueuse, ni amertume; sont, en un mot, à peau lisse et à chair féculente non amère.

Quant à la forme, elle est très variée; on trouve toutes celles des tubercules issus du *S. tuberosum* cultivé: sphériques, ovales, plats (forme dite *saucisse*), mais cependant on ne trouve pas (ce qui domine dans les mutés de *S. Commersonii*) des formes compliquées revêtant l'aspect de tubercules greffés les uns sur les autres. Sauf cette distinction, je relève dans *S. maglia* muté les formes et les couleurs connues au *S. tuberosum* cultivé, et cela souvent sur le même pied.

Quant aux parties végétatives de la plante situées au-dessus de terre, je le répète, elles tendent de plus en plus à se confondre avec celles du *S. tuberosum* cultivé et la fructification, comme cela se produit aussi le plus souvent dans cette dernière, n'apparaît pas. Je n'ai pas obtenu un seul fruit des *S. maglia* mutés, alors que j'en ai récolté à la première et même à la seconde génération. Du reste les *S. maglia* sauvages observés parallèlement n'ont pas non plus fructifié.

Enfin je dois dire, *pour être aussi complet que possible*, que la culture de la quatrième génération des mutés, qui fait l'objet de cette Note, a été faite dans les conditions normales qu'on applique à la culture des pommes de terre ordinaires, c'est-à-dire sans superfumure, mais en ajoutant toutefois au fumier de ferme (équidés) les engrais chimiques ordinaires (superphosphates, chlorures et nitrates). Les mutations se sont donc maintenues sans effort cultural spécial.

M. **Jules Tannery**, faisant hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Correspondance entre Lejeune Dirichlet et Liouville*, s'exprime en ces termes :

« Cette brochure contient dix lettres de Lejeune Dirichlet et huit lettres, ou plutôt huit brouillons de lettres, de Liouville. Lettres et brouillons ont été conservés par Liouville : Mme de Blignières, sa fille, a bien voulu me

les confier en vue de l'impression dans le *Bulletin des Sciences mathématiques*. M. Darboux a ajouté une courte Note, fort intéressante, tirée de ses souvenirs personnels. Je dois enfin remercier M. E. Cahen qui a éclairci le sens d'un passage de la correspondance, que je n'avais pas su débrouiller. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Leçons sur la théorie de la croissance, par Émile Borel. (Présenté par M. Émile Picard.)

MM. **Gustave Blanc**, **A. Cartaz**, **M. Guerbet**, **Pierre Jolibois**, **S. Metalnikoff** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations oculaires et photographiques sur la planète Mars*. Note de M. **Idrac**, présentée par M. Deslandres.

J'ai observé la planète Mars pendant la dernière opposition, avec la grande lunette double de l'Observatoire de Meudon; mais, à cause du mauvais temps persistant des mois de septembre et octobre, les heures d'observation ont été peu nombreuses. Je me suis servi d'abord seulement de la lunette d'observation oculaire avec un grossissement de 320 et j'ai noté les particularités suivantes :

14 *septembre*. — Images passables. Dans les moments de calme, la *Deucalionis Regio* se montre découpée d'un grand nombre de caps et de golfes à contours très nets. Cet aspect ne s'est pas représenté dans la suite.

17 *septembre*. — Images passables. Je vois deux canaux, que j'ai reconnus dans la suite être le Phison et l'Euphrate. Observant la planète pour la première fois, j'ignorais la position de ces canaux au moment de l'observation. Ils m'ont apparu par courts instants, sous forme de bandes sombres, larges et diffuses, irrégulières d'intensité et de largeur, et qui m'ont paru continues.

20 *septembre*. — Assez bonnes images. Le lac Mœris a envahi une partie considérable de la Libye.

27 *septembre*. — Images passables. La baie double dans la baie Cimmérienne, que M. Antoniadi avait reconnue auparavant et m'avait signalée, montre ses deux bras réunis à leur partie inférieure : elle est donc formée par une île dans un golfe.

Sur le conseil de M. Deslandres, à partir du 20 septembre, j'ai fait également quelques essais de photographie avec l'autre lunette, large de $0^m,62$, soit directement au foyer lui-même, soit en reprenant l'image par un objectif qui agrandissait trois fois.

La pose de la plaque doit être très courte et réduite à une fraction de seconde avec cette grande lunette, qui, ayant une monture trop faible, est constamment en vibration. M. Deslandres estime que ce défaut de l'appareil limite beaucoup ses applications à la photographie des astres. Les images les meilleures sont en général celles de la pose la plus faible, qui sont faites au foyer même de l'objectif, mais qui souffrent le plus du grain de la plaque.

Tous les clichés ont montré, naturellement, la calote polaire sud qui est le détail le plus net de la surface; ils ont montré de plus, à partir du 20 septembre, du côté du pôle Nord, qui cependant nous est caché, une plage large, légèrement mais nettement blanche, s'étendant le 25 septembre jusqu'au 55ᵉ degré de latitude environ. A noter que cette plage n'était pas au même moment visible à l'œil.

On distingue aussi sur ces clichés, outre les grands traits des terres et des mers, des plages blanches sur les bords du disque, marquées surtout dans la région de l'équateur; ces plages, déjà signalées par l'observation oculaire, paraissent plus intenses et plus étendues au levant qu'au couchant (1).

On voit aussi, sur un des clichés du 20 septembre, les canaux Nilosyrtis et Protonilus, et peut-être le Népenthès.

Plus tard, vers le 10 octobre, nous avons fait, M. Bosler et moi, des épreuves analogues avec la grande lunette d'observation oculaire, en usant de plaques orthochromatiques et d'un écran jaune. Mais les images n'ont pas été bonnes une seule fois et les clichés ne montrent aucun détail bien net. Nous avons simplement constaté ce fait, déjà signalé par Lowell, que les oppositions entre les mers et les continents sont plus marquées avec les rayons rouges et jaunes qu'avec les rayons violets.

Le point le plus notable de cette première étude est la reconnaissance de détails qui sont invisibles ou peu visibles pour l'œil, mais qui apparaissent nettement avec la plaque photographique ordinaire, sensible seulement aux rayons du bleu à l'ultra-violet.

---

(1) Ces plages ont paru beaucoup plus nettes avec la plaque photographique qu'avec l'œil.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de la planète Mars faites à l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **E.-M. Antoniadi**, présentée par M. Deslandres.

Grâce à l'extrême obligeance de M. Deslandres, j'ai pu étudier Mars pendant la dernière opposition avec la lunette de $0^m,83$ de l'Observatoire de Meudon, armée de grossissements variant de 320 à 470 et 800 diamètres.

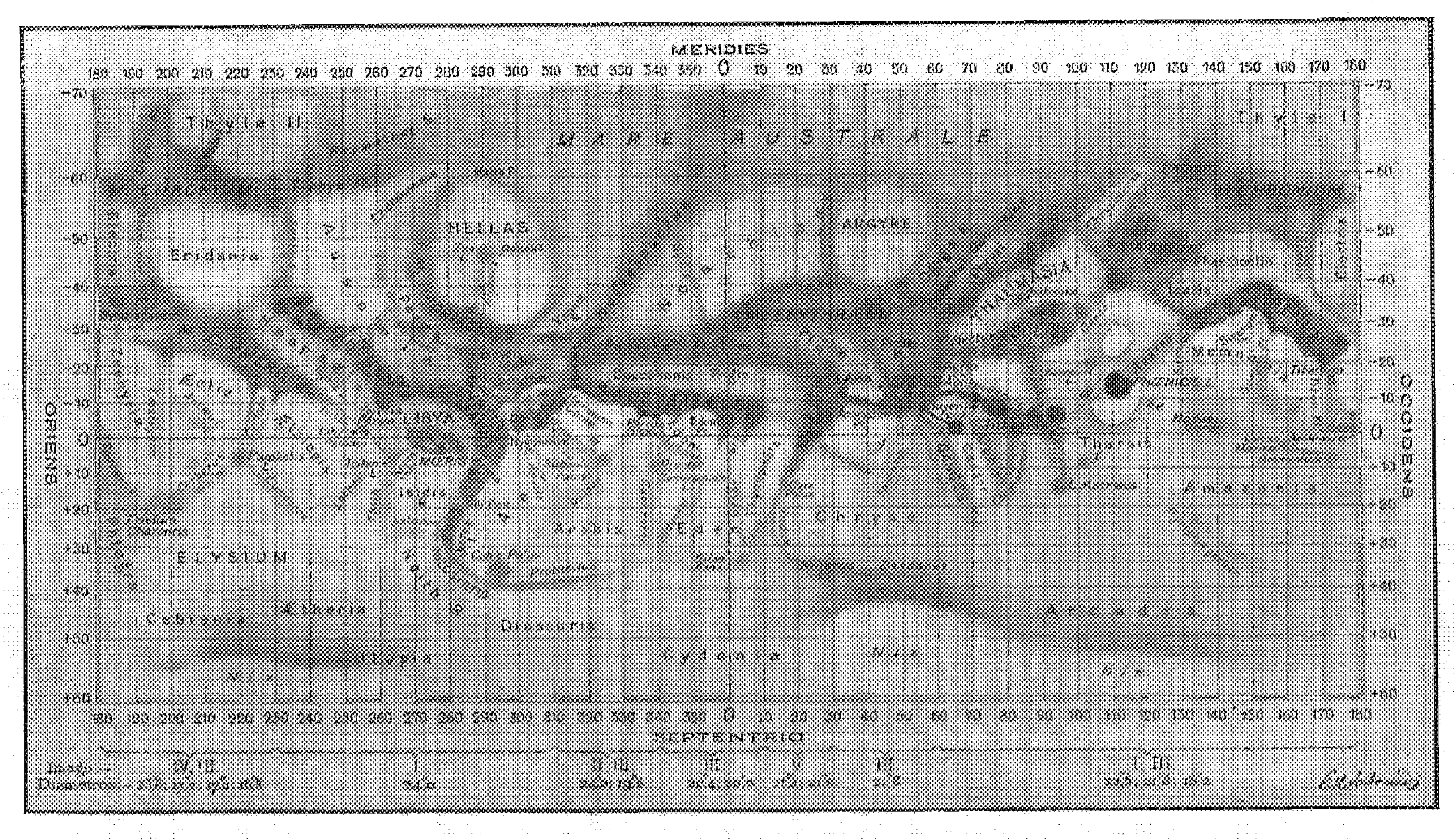
La planète a été examinée pendant treize nuits, du 20 septembre au 9 novembre. Deux soirées ont fourni des images calmes; trois autres nuits ont également donné de bonnes images; mais, le reste du temps, l'air était plus ou moins agité.

Les résultats de ces observations sont réunis dans la Carte ci-jointe (1). La planète a été étudiée indépendamment des travaux antérieurs. Tous les dessins ont été faits avec un diamètre uniforme de 8^{cm}, et la position des diverses taches y a été ensuite déterminée, en superposant sur chaque dessin un cercle sur papier à calquer de 8^{cm}, à projection orthographique et à latitude centrale de $-20°$. Nous avons tenu naturellement compte de la différence de latitude du centre de Mars et de celle du cercle orthographique en question, différence qui, quoique négligeable ($-0°,2$) au début des observations, s'est néanmoins élevée à $-3°,9$ vers la fin.

Parmi les changements d'aspect les plus remarquables survenus depuis l'opposition de 1907, on pourrait noter le retour de la *Grande Syrte* à sa forme de 1864 et 1877, la réapparition du *Lac Mœris* sous l'aspect d'un vaste estompage, et la formation d'une *île* multiple dans les régions orientales de la *Mer Cimmérienne*. En même temps, la planète s'est montrée voilée en partie de brumes ou de cirrus légers, éclaircissant le ton gris indigo des *mers* et paraissant jaunes sur les régions *continentales*. La coloration de ces brumes ou cirrus variait, suivant leur intensité, du jaune d'or au blanc mat, en passant par l'état intermédiaire du jaune citron; et leur effet, en oblitérant presque complètement parfois des taches paraissant noires quelques jours auparavant, était très remarquable.

Nous avons observé une cinquantaine de *canaux*. Mais, avant de parler de ces détails, il convient de préciser le sens du mot *canal*. D'après M. Schiaparelli, un canal est une bande ou ligne grisâtre des régions dites

(1) Les différences d'éclat de points voisins, qui constituent les détails de l'image, ont été accentuées sur la Carte, afin que le lecteur puisse facilement les discerner.



Carte de la planète Mars, dressée sur la projection de Mercator, d'après les observations faites, à l'Observatoire de Meudon, du 20 septembre au 9 novembre 1909.

Abréviations : *M, Mare; L, Lacus; Fl, Fluvius; R, Regio; I, Insula; Ch, Chersonesus; Pr, Promontorium.*

continentales de Mars, affectant toutes espèces de formes, et ayant une longueur plus considérable que les taches plus ou moins elliptiques dénommées *lacs*. Nos observations nous conduisent à diviser les *canaux* en plusieurs catégories, à savoir :

a. En ombres diffuses, plus ou moins irrégulières, dont quelques-unes paraissent doubles d'une manière fugitive ;

b. En estompages noueux ;

c. En masses grises, informes et disjointes ;

d. En estompages irréguliers, minces et sinueux, dans le voisinage d'une baie des *mers* martiennes, et s'élargissant en une ombre vaste et confuse plus loin, comme des fleuves avec leurs tributaires, vus à une très grande distance ;

e. En alignements d'un très petit nombre de *lacs ;*

f. En *lacs* irréguliers, simples et bien isolés ;

g. En bords de pâles demi-tons ;

h. En lignes noires très courtes, sinueuses ou courbes.

On n'a pas compris, dans cette nomenclature, les lignes droites fugitives, appelées souvent aussi *canaux*, qui ne sont visibles que pendant une fraction de seconde et qui peuvent être dues à une illusion.

Ces premières observations ne confirment pas l'existence d'un *réseau géométrique* de lignes droites, s'entrecroisant dans tous les sens. Même, par des images très calmes, nous avons reconnu, non point d'une manière fugitive, mais bien pendant plusieurs secondes consécutives, une structure des régions continentales tout à fait différente de la précédente. Ces régions se sont montrées recouvertes d'une grande quantité de marbrures grisâtres, irrégulières, complexes et noueuses, qu'aucun artiste ne saurait rendre.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie de la planète Mars.* Note de MM. A. de La Baume Pluvinel et F. Baldet, présentée par M. B. Baillaud.

Nous devons à l'obligeance de M. le Recteur de l'Académie de Toulouse d'avoir pu utiliser le nouvel équatorial de la station astronomique du Pic du Midi pendant les mois de septembre et d'octobre derniers. L'objet de nos recherches a été l'étude de la planète Mars, qui s'est présentée, pendant ces deux mois, dans des conditions d'observation exceptionnellement favorables. Nous nous étions proposé d'obtenir une série complète de photographies de la planète afin de réunir des documents impersonnels sur lesquels nous pourrions travailler ultérieurement. L'instrument dont nous

disposions était particulièrement bien approprié à ce genre d'études, et, de plus, les excellentes conditions atmosphériques qui se trouvent quelquefois réalisées au Pic du Midi devaient nous permettre d'obtenir des résultats bien supérieurs à ceux qu'on pourrait avoir dans une station moins élevée.

Le nouvel instrument du Pic du Midi est double : il comprend un réflecteur et un réfracteur, dont les tubes sont juxtaposés et forment un corps unique à section rectangulaire. Les diamètres du miroir et de l'objectif sont respectivement $0^{m},50$ et $0^{m},25$; leur distance focale commune est de 6^{m}. Le tube de l'instrument est porté par une monture équatoriale anglaise d'une grande stabilité, de sorte que l'on peut, sans aucun inconvénient, fixer aux extrémités du télescope et de la lunette des appareils accessoires importants.

Les photographies de Mars ont été obtenues à l'aide du télescope. Le diamètre de l'image de la planète au foyer de l'instrument a atteint, au moment de l'opposition, $0^{mm},8$. Mais, comme il aurait été difficile d'étudier des images aussi petites, nous avons agrandi l'image focale à l'aide d'une lentille divergente, de manière à obtenir des disques de 3^{mm} à 5^{mm} de diamètre. Les plaques employées mesuraient $8^{cm} \times 8^{cm}$ et l'on faisait de 16 à 25 poses sur chaque plaque, en déplaçant l'instrument, entre les poses, en ascension droite et en déclinaison.

Le temps, assez mauvais en septembre, s'est amélioré en octobre; pendant ces deux mois, on a pu obtenir 80 clichés sur lesquels se trouvent 1350 images de la planète, représentant toutes les parties de la surface de Mars.

Dans les premiers essais, on a employé des plaques violettes de la maison Lumière, ou des plaques au lactate d'argent de Guilleminot. La durée de la pose a été de $0^{s},1$ avec les plaques violettes et de 2 secondes avec les plaques au lactate. Sur l'une et l'autre de ces plaques, qui sont surtout sensibles aux radiations les plus réfrangibles du spectre, la surface jaune rougeâtre de la planète apparaît uniformément grise, sans aucun détail. Par contre, les calottes polaires de Mars sont très nettement visibles : au pôle Sud de la planète, la tache polaire est très réduite, mais très brillante; au pôle Nord, au contraire, nous voyons une région de la calotte polaire assez éloignée du pôle et qui est peu lumineuse. Enfin, on constate aussi que le bord oriental de la planète est plus brillant que le reste du disque.

Mais nous avons bientôt abandonné les plaques sensibles ordinaires, car elles ne permettaient pas de reproduire les détails de la surface même de la planète, tels qu'on les voit dans la lunette. Pour rendre sensible le contraste entre les terres de couleur jaune rougeâtre et les mers plus foncées, nous avons filtré la lumière de manière à ne faire agir sur la plaque sensible que des radiations peu réfrangibles, de mêmes longueurs d'onde environ que la lumière réfléchie par la surface de la planète.

Nous avons donc placé derrière la lentille d'agrandissement un des écrans

jaunes que fournit la maison Lumière pour l'emploi des plaques autochromes et nous avons opéré avec des plaques sensibles aux radiations que laisse passer cet écran. Les plaques employées ont été des plaques Lumière violettes sensibilisées par nous-mêmes dans un bain de pinacyanol, ou des plaques préparées spécialement par la maison Wratten et Wainwright. La durée de la pose avec ces plaques a dû atteindre 6 à 12 secondes.

Dans ces conditions, les neiges martiennes agissent faiblement sur les plaques : la calotte sud donne encore une image assez intense, mais la calotte nord et le liséré blanc du bord oriental cessent complètement d'être visibles. Par contre, les contrastes entre les terres et les mers martiennes deviennent très apparentes.

Lorsqu'on examine les diverses images de la planète obtenues sur une même plaque, à une minute environ d'intervalle, on constate qu'elles ne sont pas toutes également bonnes et que certains détails délicats, visibles sur deux ou trois images successives, cessent ensuite d'apparaître pendant quelques minutes. Ce fait montre qu'il est nécessaire de multiplier le nombre des photographies afin de saisir l'aspect de la planète au moment où les images sont assez calmes pour laisser voir les fins détails de la surface. Ces variations rapides dans l'aspect de la planète se constatent aussi dans les observations visuelles : l'image, après avoir apparu nettement dessinée pendant quelques instants, se brouille, puis redevient nette plusieurs secondes après. On comprend que, dans ces conditions, il soit très difficile d'exécuter un dessin détaillé de la planète en un laps de temps assez court pour que son aspect ne soit pas modifié par la rotation de l'astre. Avec la photographie, cet inconvénient n'existe plus, puisqu'on peut fixer, en quelques secondes, une image complète de la planète. Ces photographies de la planète pourront être étudiées à loisir et constitueront des documents auxquels on pourra toujours se référer pour déceler avec certitude les variations qui pourront survenir, dans le cours des années, à la surface de la planète.

En effectuant des mesures sur nos clichés, nous pourrons fixer la position des divers accidents de la surface de la planète et dresser une Carte détaillée et à échelle de la planète Mars. De plus, en comparant entre elles les intensités des diverses plages de la surface martienne, nous pourrons reproduire ces plages sur la Carte avec les valeurs exactes qu'elles ont sur la planète.

Sans vouloir énumérer ici les détails de la surface martienne qui sont visibles sur nos photographies, nous dirons qu'un observateur, connaissant bien la topographie de Mars, parvient à identifier sur nos clichés

presque tous les détails qu'il a observés dans la lunette. Les canaux de premier ordre sont visibles sur nos photographies; citons, par exemple, l'Indus, le Ganges, l'Araxes, le Cyclops, l'Euphrate, etc. Quant au réseau de canaux fins, aux formes géométriques que certains observateurs ont vu dans l'hémisphère Nord et dont l'existence est encore discutée, nous ne pouvons en retrouver la trace sur nos clichés.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux différences finies.* Note ([1]) de M. **N.-E. Nörlund**, présentée par M. H. Poincaré.

Soit donnée une équation aux différences

$$(1) \qquad \sum_{i=0}^{i=k} \mathrm{P}_i(x)\Delta^i_u\, u(n) = 0,$$

où

$$\Delta^i_\omega\, u(x) = \frac{u(x+i\omega) - \binom{i}{1} u[x+(i-1)\omega] + \ldots + (-1)^i u(x)}{\omega^i},$$

pendant que ω est un nombre complexe quelconque, je me propose de trouver la forme générale des intégrales de cette équation en supposant que les coefficients $\mathrm{P}_i(x)$ sont des fonctions développables en série de factorielles de la forme

$$\mathrm{P}_i(x) = \sum_{s=0}^{s=i} b_{i,s}\, x(x-\omega)\ldots[x-(i-s-1)\omega] = \sum_{s=1}^{s=\infty} \frac{b_{i,i+s}}{(x+\omega)(x+2\omega)\ldots(x+s\omega)}.$$

Pourvu que $b_{k,0} \neq 0$, on sait écrire l'équation (1) à la forme normale suivante :

$$(2) \qquad \mathrm{P}[u(x)] \equiv \sum_{i=0}^{i=k} x(x-\omega)\ldots[x-(i-1)\omega]\, p_i(x)\, \Delta^i_{-\omega}\, u(x) = 0,$$

où $p_k(x) = 1$, tandis que $p_i(x)$ peut être transformé en la forme

$$(3) \qquad p_i(x) = a_{i-0} + \sum_{s=1}^{s=\infty} \frac{\omega^s a_{i,s}\, s!}{(x+\omega)(x+2\omega)\ldots(x+s\omega)} \qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, k-1).$$

([1]) Présentée dans la séance du 8 novembre 1909.

Formons maintenant l'équation du $k^{\text{ième}}$ degré

$$f_0(\rho) \equiv \rho(\rho+1)\ldots(\rho+k-1)+\ldots+\rho(\rho+1)\ldots(\rho+i-1)a_{i,0}+\ldots+a_{0,0}=0,$$

et soit ρ une racine de cette équation telle qu'aucune des autres racines soit de la forme $\rho+i$ ($i=0, 1, 2, \ldots$). Correspondant à toute valeur de ρ qui satisfait à cette condition, on peut trouver une série de factorielles

$$(4)\quad u(x)=\frac{\Gamma\left(\frac{x}{\omega}+1\right)}{\Gamma\left(\frac{x}{\omega}+\rho+1\right)\omega^\rho}\left\{g_0+\frac{g_1}{x+(\rho+1)\omega}+\frac{g_2}{[x+(\rho+1)\omega][x+(\rho+2)\omega]}+\ldots\right\}$$

convergente dans un certain domaine et satisfaisant à l'équation; les coefficients g_ν se déterminent aisément par un système de formules de récursions

$$(5)\quad g_\nu f_0(\rho+\nu)+g_{\nu-1}f_1(\rho+\nu-1)+\ldots+g_0 f_\nu(\rho)=0 \qquad (\nu=1, 2, 3, \ldots),$$

où les quantités $f_0, f_1, f_2, \ldots$ sont définies par l'équation

$$\sum_{i=0}^{i=k}\rho(\rho+1)\ldots(\rho+i-1)\,p_i(x)=\sum_{s=0}^{s=\infty}\frac{f_s(\rho)}{[x+(\rho+1)\omega][x+(\rho+2)\omega]\ldots[x+(\rho+s)\omega]}.$$

La forme la plus générale d'une intégrale de (2) (correspondant à une racine ρ qui ne satisfait pas à la condition susdite) est la suivante :

$$(6)\qquad u(x)=\sum_{i=0}^{i=\lambda}\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}g_\nu^{(i)}\frac{\partial^i}{\partial\rho^i}\frac{\Gamma\left(\frac{x}{\omega}+1\right)}{\Gamma\left(\frac{x}{\omega}+\rho+\nu+1\right)\omega^{\rho+\nu}}.$$

On trouvera toujours k intégrales $u_1, u_2, \ldots, u_k$ de cette forme et l'intégrale la plus générale, satisfaisant à l'équation (2), est

$$u(x)=\Pi_1(x)\,u_1(x)+\Pi_2(x)\,u_2(x)+\ldots+\Pi_k(x)\,u_k(x),$$

où les p_i sont des fonctions périodiques satisfaisant à la condition de périodicité $\Pi(x)=\Pi(x+\omega)$.

On démontre ainsi le théorème suivant :

Soit donnée une équation aux différences (2) *d'ordre k où les coefficients sont tous développables en séries de factorielles de la forme* (3) *sommables d'ordre r pour $\Re\left(\frac{x}{\omega}\right)>\lambda_r$, on sait alors trouver k séries de la forme* (6) *satis-*

faisant à l'équation aux différences et sommables d'ordre $r+1-\Re(\rho)$ *si* $\Re\left(\frac{x}{\omega}\right) > \lambda - k$ *où* λ *est le plus grand des nombres* λ_r, o *et* $\Re(-\rho)$.

IV. Faisons tendre x vers l'infini, de manière que la partie réelle de $\frac{x}{\omega}$ tende vers $+\infty$, pendant que x reste toujours dans le domaine de sommabilité des séries (6); notre système fondamental d'intégrales se comporte alors comme

$$\sum_{i=0}^{i=k} x^{-\rho_i}(c_1 + c_2 \log x + \ldots + c_p \log^p x),$$

où les c_i sont des constantes.

On peut, dans certains cas, trouver un *autre* système fondamental d'intégrales qui tend vers cette même expression asymptotique, si la partie réelle de $\frac{x}{\omega}$ tend vers $-\infty$. En effet, si les coefficients $P_i(x)$ sont développables encore en séries de factorielles de la forme

$$P_i(x) = \sum_{s=0}^{s=i} b_{i,s}(x+\omega)\ldots[x+(i-s)\omega] + \sum_{s=1}^{s=\infty} \frac{b_{i,i+s}}{x(x-\omega)\ldots[x-(s-1)\omega]},$$

l'équation (2) peut se transformer à cette deuxième forme normale

$$\sum_{i=0}^{\nu=k} (x+i\omega)[x+(i-1)\omega]\ldots(x+\omega)p_i(x)\Delta_\omega^i u(x) = 0,$$

qu'on peut intégrer par des séries de la forme

$$u(x) = \frac{\Gamma\left(\frac{x}{\omega} - \rho + 1\right)}{\Gamma\left(\frac{x}{\omega} + 1\right)\omega^\rho}\left[g_0 + \frac{g_1}{x-\rho\omega} + \frac{g_2}{(x-\rho\omega)[x-(\rho+1)\omega]} + \ldots\right].$$

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les groupes engendrés par deux opérateurs dont chacun transforme le carré de l'autre en son inverse.* Note de M. G.-A. **Miller**, présentée par M. Émile Picard.

Soient t_1, t_2 deux opérateurs quelconques qui satisfont aux deux conditions

$$t_1^{-1} t_2^2 t_1 = t_2^{-2}, \qquad t_2^{-1} t_1^2 t_2 = t_2^{-2}.$$

Ces conditions impliquent que $(t_1 t_2)^2 = (t_2 t_1)^{-2}$ et dès lors chacun des groupes cycliques engendrés par les opérateurs t_1^2, t_2^2, $(t_1 t_2)^2$ respectivement est invariant sous le groupe (G) engendré par t_1, t_2. Deux quelconques de ces groupes cycliques ont au plus deux opérateurs communs puisque chacun des trois opérateurs t_1, t_2, $t_1 t_2$ transforme en leurs inverses tous les opérateurs de deux de ces groupes cycliques, et en eux-mêmes ceux du troisième. C'est-à-dire qu'on transforme tous les opérateurs des trois groupes

$$[t_2^2, (t_1 t_2)^2], \quad [t_1^2, (t_1 t_2)^2], \quad (t_1^2, t_2^2)$$

[engendrés respectivement par t_2^2, $(t_1 t_2)^2$; t_1^2, $(t_1 t_2)^2$; t_1^2, t_2^2] en leurs inverses par t_1, t_2, $t_1 t_2$ respectivement.

Des résultants précédents il résulte évidemment que le groupe abélien $[t_1^2, t_2^2, (t_1 t_2)^2]$ est invariant sous G. Chacun des trois groupes

$$[t_1, t_2^2, (t_1 t_2)^2], \quad [t_1^2, t_2, (t_1 t_2)^2], \quad (t_2^2, t_1^2, t_1 t_2)$$

est aussi invariant sous G puisque

$$t_2^{-1} t_1 t_2 = t_2^{-2} t_1^{-1} (t_1 t_2)^2.$$

En conséquence, le groupe quotient de G par

$$[t_1^2, t_2^2, (t_1 t_2)^2]$$

est ou le groupe carré, ou un sous-groupe de ce groupe, et G est toujours résoluble. De là le théorème :

Si chacun des deux opérateurs transforme le carré de l'autre en son inverse, ils transforment aussi le carré de leur produit en son inverse et ces trois carrés engendrent un sous-groupe abélien et invariant sous le groupe engendré par les deux opérateurs, l'indice de ce sous-groupe étant un diviseur de 4.

Si t_1 est d'ordre impair, t_2 transforme t_1 en son inverse, puisque t_1^2 engendre t_1. De là t_1 et t_2^2 sont commutatifs. Mais il faut aussi que t_1 transforme t_2^2 en son inverse. Cela exige que $t_2^2 = t_2^{-2}$, ou $t_2^4 = 1$. On peut exprimer ce résultat comme il suit :

Si chacun des deux opérateurs transforme le carré de l'autre en son inverse, et si l'un d'eux est d'ordre impair, il faut que l'ordre de l'autre divise 4, et les deux opérateurs engendrent ou le groupe diédral dont l'ordre est deux fois un nombre impair, ou le groupe dicyclique dont l'ordre est quatre fois un nombre impair.

On peut évidemment engendrer tout tel groupe diédral et tout tel groupe dicyclique par deux tels opérateurs, puisqu'on peut engendrer tout groupe possible diédral ou dicyclique par deux opérateurs, dont chacun transforme le carré de l'autre en son inverse, et l'on peut regarder la catégorie des groupes considérés comme une généralisation de ces deux catégories importantes. D'autres généralisations sont publiées dans les *Transactions of the American Mathematical Society* (t. VIII, 1907, p. 1).

Nous avons prouvé ci-dessus que G contient un sous-groupe invariant $[t_1^2, t_2^2, (t_1 t_2)^2]$, et que deux quelconques des trois groupes cycliques engendrés par $t_1^2, t_2^2, (t_1 t_2)^2$ respectivement ont au plus deux opérateurs en commun. Il n'est pas difficile de voir qu'*il est possible de construire de tels groupes pour lesquels les ordres de* t_1^2, t_2^2, $(t_1 t_2)^2$ *sont trois nombres arbitraires.* Pour le faire, on peut écrire, avec des systèmes distincts de lettres, trois groupes cycliques des ordres requis, chaque générateur étant composé de deux cycles égaux si son ordre est pair. Alors, nous choisissons t_1, t_2 de telle manière qu'ils engendrent respectivement les deux premiers de ces groupes cycliques, et que leurs composantes qui renferment les lettres des autres groupes cycliques soient d'ordre 2, transforment ces groupes cycliques en leurs inverses, et donnent un produit d'ordre requis. Il suit directement des propriétés du groupe diédral que l'on peut choisir ces substitutions de telle manière que t_1, t_2 ont les propriétés requises, et ceci établit l'existence de G pour quelque système arbitraire de valeurs des ordres de t_1^2, t_2^2, $(t_1 t_2)^2$. Des propriétés des groupes dicycliques il suit que l'on peut procéder de la même façon quand deux des groupes cycliques engendrés par t_1^2, t_2^2, $(t_1, t_2)^2$ ont un opérateur d'ordre 2 en commun.

Les résultats obtenus ci-dessus sont très utiles dans l'étude des groupes engendrés par deux opérateurs s_1, s_2 qui satisfont à la condition $s_1 s_2 = s_2^2 s_1^2$. Un théorème fondamental résultant de cette condition fut établi par M. Cayley en 1878 (¹). Dans certains cas l'on a prouvé que seulement un nombre fini de groupes peut être engendré par deux opérateurs qui satisfont à cette condition et à une condition additionnelle de la forme $s_1^n = 1$ (²). Quand $n = 2$, le groupe (H) engendré par s_1, s_2 est évidemment d'ordre 2; quand $n = 3$, H est le groupe d'ordre 3, le groupe tétraédral, ou le groupe d'ordre 24, qui ne contient pas un sous-groupe d'ordre 12; quand $n = 4$,

---

(¹) *Messenger of Mathematics*, t. VII, 1878, p. 188.

(²) Cf. Netto, *Journal für die reine und angewandte Mathematik*, t. CXXVIII, 1905, p. 243.

H est ou le groupe cyclique d'ordre 4, ou l'holomorphe du groupe cyclique d'ordre 5; quand $n = 5$, H est ou le groupe d'ordre 5, ou le groupe non-cyclique d'ordre 55; quand $n = 6$, H peut être un groupe quelconque d'un système infini de groupes résolubles. Les résultats des précédents paragraphes sont spécialement utiles en prouvant ce dernier théorème.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrisation de contact*. Note de M. **Albert Grumbach**, présentée par M. Lippmann.

Je me suis proposé de rechercher si l'électrisation au contact d'un électrolyte et d'un corps isolant tel que le verre est influencée par la dissolution d'une substance isolante dans le liquide conducteur. J'ai eu recours pour cela aux forces électromotrices de filtration.

Un liquide conducteur, filtrant sous pression à travers un tube capillaire ou une paroi poreuse, produit une force électromotrice qui, si les tubes sont suffisamment longs et étroits pour que l'écoulement ait lieu suivant la loi de Poiseuille, obéit à la loi de Helmholtz :

$$E = \mathfrak{M} \frac{\rho}{\eta} P$$

(ρ résistivité, η viscosité du liquide filtrant, E différence de potentiel de part et d'autre du diaphragme, P différence de pression). $\mathfrak{M}$ est le moment de la couche double formée à la surface de séparation du liquide et du tube. Toute considération théorique mise à part, l'expérience montre que $\mathfrak{M}$ est indépendant de la forme et de la surface du diaphragme ainsi que du nombre de canaux.

Nous nous intéressons ici aux variations du moment $\mathfrak{M}$, mais il faudra tenir compte des variations de la viscosité et de la résistivité du liquide. Le premier de ces facteurs est prépondérant avec des solutions très visqueuses, par exemple à 27 pour 100 de sucre de canne. Dans ce cas, les rapports $\frac{E}{P}$ pour la solution primitive et pour la solution sucrée sont inversement proportionnels aux coefficients de viscosité.

J'ai obtenu une variation nette de $\mathfrak{M}$ en comparant une solution aqueuse de chlorure de potassium à la concentration de $\frac{1}{1000}$ de molécule-gramme ($0^g,0746$) pour 1000 à une solution au même titre en chlorure de potassium, mais contenant 56^g de phénol pour 1000.

L'appareil est constitué par un tube de verre formant siphon étiré après lavage à l'acide chromique bouillant. Il fait communiquer deux flacons dont l'un est réuni à un

compresseur et à un manomètre; le liquide contenu dans l'autre se trouve à la pression atmosphérique.

Les différences de potentiel sont prises avec des électrodes impolarisables d'argent recouvert de chlorure d'argent fondu, comme celles dont M. d'Arsonval a enseigné l'usage. Les fils d'argent sont ici scellés chacun à l'extrémité d'un tube de verre par le chlorure d'argent lui-même. L'électromètre capillaire est employé comme instrument de zéro.

J'ai vérifié que le rapport des forces électromotrices aux pressions reste bien constant pour un liquide donné même quand on réétire plusieurs fois le même tube de verre.

Voici quelques nombres :

I. — *Solution dans l'eau de* KCl $\left(\frac{\text{KCl}}{1000}\right.$ *pour* 1000$\left.\right)$.

E $\left(\text{en } \frac{1}{10000} \text{ de Daniell}\right)$.	P en centimètres de mercure.	$\frac{E}{P}$.
970	16,8	57,8
990	17,2	56,6
970	16,6	58,2
1180	20	58,9
820	14,2	57,8
850	14,6	58,2

II. — *Solution dans l'eau de* KCl *et de* C^6H^5OH $\left(\frac{\text{KCl}}{1000}\right.$ *et* 56g *de phénol pour* 1000$\left.\right)$.

630	16	39,4
475	11,8	40,2
660	16	41,2
630	15,4	40,9
490	12,4	39,6
650	15,9	40,9

(Température 17°).

La méthode du téléphone m'a permis de constater que la conductibilité électrique des solutions I et II est la même. J'ai mesuré le rapport des viscosités des solutions : $\frac{\eta}{\eta_0} = 1{,}09$.

$$\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{M}_0} = \frac{\frac{E}{P}}{\left(\frac{E}{P}\right)_0} \frac{\eta}{\eta_0},$$

(l'indice o désigne les quantités relatives à la solution non phéniquée).

Une première série de mesures m'a conduit au résultat suivant :

$$\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{M}_0} = 0,80.$$

Une deuxième série absolument indépendante de la première m'a donné

$$\frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{M}_0} = 0,78.$$

Un corps soluble non conducteur peut donc modifier l'électrisation de contact à la surface de séparation d'un électrolyte et d'une paroi non conductrice. Ce phénomène est certainement en relation avec ceux qu'a mis en évidence M. Gouy en électrocapillarité.

Je me propose de répéter l'expérience décrite plus haut avec diverses substances et en variant ses conditions.

PHYSIQUE. — *Sur la téléphonie à grande distance.* Note de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Lippmann.

Dans la transmission téléphonique de la parole, surtout lorsqu'il s'agit de la transmission par câbles, la distance semble devoir être limitée non pas par l'affaiblissement du courant téléphonique pendant la transmission, mais par son altération qui, à partir d'une certaine distance, rend la voix à l'arrivée inintelligible.

Le courant téléphonique transmettant la parole articulée est, en majeure partie, un courant périodique pouvant être décomposé en plusieurs harmoniques, différant les uns des autres par la *fréquence*, l'*amplitude* et la *phase* [1].

Si l'on admet que ces harmoniques se propagent indépendamment les uns des autres, il est facile de se rendre compte, même quantitativement, de l'altération du courant téléphonique.

En effet, la vitesse de propagation et la constante d'atténuation croissent avec la fréquence, de sorte que, pendant la transmission, les *amplitudes* relatives et les *phases* relatives des harmoniques ne restent pas les mêmes qu'au départ; le courant total à l'arrivée ne ressemble plus au courant produit par le microphone, et la parole n'est plus comprise.

---

[1] Devaux-Charbonnel, *La Lumière électrique*, 1908.

L'augmentation artificielle de la self-induction de la ligne atténue dans une grande mesure non seulement l'affaiblissement du courant téléphonique, mais aussi son altération, et permet d'accroître considérablement la distance à laquelle on peut téléphoner.

Mais il y a lieu de se demander s'il n'y aurait, dans certains cas, avantage à *appliquer dans la téléphonie ordinaire les procédés de la téléphonie sans fil*, c'est-à-dire d'employer pour la transmission, des ondes régulièrement entretenues, de fréquence bien déterminée et unique, produites soit par l'arc chantant, soit par des alternateurs de haute fréquence.

La réception se ferait également par les procédés utilisés en téléphonie sans fil.

La fréquence étant unique, il n'y aurait plus de déformation de la voix, celle-ci serait seulement affaiblie, et il semble que par ce moyen on puisse augmenter la distance à laquelle la parole peut être transmise.

Les difficultés de production des ondes seraient moindres qu'en téléphonie sans fil, car la fréquence devrait être juste assez suffisante pour que les ondes puissent suivre les modulations de la voix par la variation de leur amplitude (sans que cette variation soit trop prononcée d'une onde à la suivante) et pour qu'elles n'impressionnent pas directement le téléphone récepteur.

Sans doute on perdrait par ce procédé la simplicité de la téléphonie habituelle; d'un autre côté l'amortissement, s'il devient le même pour tous le sons composant la voix, devient en même temps plus considérable, surtout à cause de l'augmentation de la résistance apparente de la ligne pour des fréquences de l'ordre de 15000.

Il y aurait, à ce point de vue, avantage à se servir d'une fréquence relativement basse, 5000 par exemple, ce qui *a priori* ne paraît pas impossible.

L'emploi des ondes permettrait de plus, ainsi que cela a été déjà proposé, la téléphonie multiple. Les récepteurs syntonisés dont on se servirait pourraient être rendus aussi sensibles que possible sans craindre les perturbations accidentelles sur la ligne, qui n'ont pas d'influence sur cette sorte de récepteurs.

PHYSIQUE. — *Sur les effets destructifs des décharges oscillantes de grande fréquence.* Note de M. **André Léauté**, présentée par M. J. Violle.

M. Violle a bien voulu me signaler une intéressante expérience, qu'il a effectuée autrefois en faisant passer la décharge d'une bobine de Ruhmkorff

à travers un fil métallique très fin, tendu au-dessus d'une plaque de verre. La volatilisation du fil produit, dans ces conditions, sur la plaque de verre une trace affectant la disposition suivante : une fine raie centrale, le long de laquelle le verre est corrodé, marque la place qu'occupait le fil; de part et d'autre de cette ligne et perpendiculairement à elle, le métal est déposé sous forme de nombreuses stries, extrêmement déliées et régulièrement espacées.

Cette expérience m'a suggéré l'idée d'étudier par un procédé analogue l'effet destructif des décharges oscillatoires de grande fréquence.

Dans ce but, j'ai substitué à la bobine de Ruhmkorff, qu'employait M. Violle, un dispositif capable de produire des oscillations rapides, et j'ai relié les deux extrémités du fil fin, dont on provoque la volatilisation, aux deux armatures d'un condensateur C. Le circuit de décharge, qui d'ailleurs doit être aussi court que possible, comprenait, en outre du fil fin, un éclateur E et une petite self-induction L, qu'on pouvait faire varier à volonté; la capacité du condensateur C et la distance explosive de l'éclateur E étaient également réglables.

Pour obtenir des résultats comparables, il était nécessaire de s'assurer avec un soin minutieux que l'étincelle passait toujours dans les mêmes conditions entre les boules de l'éclateur E; pour cela, après chaque expérience, on renouvelait, au moyen d'un ventilateur, l'air entre les électrodes, dont il fallait d'ailleurs nettoyer très fréquemment la surface; l'air devait être sec et la température constante; de plus, pour faire passer l'étincelle, il importait d'augmenter progressivement et toujours avec la même vitesse le courant dans le primaire du transformateur ou de l'inducteur, au moyen desquels on chargeait le condensateur C; lorsqu'on avait atteint la valeur pour laquelle l'étincelle s'était produite dans la précédente expérience, on cessait de faire croître le courant et l'étincelle se produisait avec un retard variable, qui parfois dépassait 1 minute.

J'ai constaté ainsi :

1° Que la trace produite sur le verre était d'autant plus large que l'énergie de la décharge était plus grande;

2° Que la self-induction du circuit de décharge jouait un rôle considérable dans ce phénomène.

Cette dernière observation est particulièrement intéressante, car il est curieux de voir combien une variation extrêmement faible de la self-induction peut influer sur la largeur de la trace déposée. Ainsi, en opérant avec une capacité C de 2 à 3 centièmes de microfarad, un potentiel explosif de 20000 à 25000 volts et un fil de laiton de $0^{mm},06$ de diamètre, j'ai constaté qu'une self-induction de 2 microhenrys seulement diminue d'une façon appréciable la largeur de la trace, tandis que cette dernière est supprimée complètement par une self-induction de 100 microhenrys.

Cette constatation montre que, dans ces expériences, c'est une véritable explosion du fil qui se produit. Les particules de métal, vaporisées et

violemment projetées de part et d'autre de la ligne centrale, donnent naissance, en se condensant ensuite de nouveau, aux fines stries qu'on observe sur la plaque.

J'ai cru devoir signaler ce fait pour deux raisons. La première est qu'il vient à l'appui d'une hypothèse de M. Séménov (¹), d'après laquelle le trait de feu dans l'étincelle produit une véritable explosion des molécules d'air, le long desquelles il se produit. En effet le trait de feu paraît correspondre à une décharge extrêmement rapide, sous l'action de laquelle les molécules d'air placées entre les électrodes doivent se comporter comme le fil fin dans les expériences ci-dessus. En second lieu, il résulte de cette étude que les décharges très brusques peuvent produire des effets destructifs considérables, alors même que leur énergie est faible, et cette remarque explique bien pourquoi il est si difficile de protéger contre la foudre les lignes électriques aériennes.

Enfin, les expériences que je viens de relater posent la question de savoir si, lorsqu'on diminue la self-induction du circuit de décharge, l'augmentation que l'on constate dans la violence de l'explosion est due à ce que la période d'oscillation du courant a diminué ou à ce que l'intensité maximum a crû. Je montrerai prochainement qu'on peut, par le calcul, répondre à cette question.

PHOTOGRAPHIE. — *Formule de sensibilisation chromatique pour le rouge extrême et le commencement de l'infra-rouge.* Note de M. **Gargam de Moncetz**, présentée par M. Deslandres.

J'espère rendre service aux spectroscopistes en publiant ici la formule d'un sensibilisateur pour le rouge extrême et le commencement de l'infra-rouge, dont j'ai obtenu, à l'Observatoire de Meudon, de remarquables résultats.

Voici cette formule, pour une plaque 9×12 :

1° Ajouter à 56^{cm^3} d'eau distillée 3^{cm^3} d'une solution de bleu d'alizarine bisulfité à $\frac{1}{500}$ et 1^{cm^3} d'ammoniaque concentrée; on obtient ainsi une liqueur vert bleuâtre.

2° Ajouter à cette liqueur

Alcool	42^{cm^3}
Nigrosine B à $\frac{1}{500}$	2^{cm^3}
Pinacyanol à $\frac{1}{1000}$	30 gouttes

(¹) Séménov, *Thèse de Doctorat.*

Il faut noter que toutes les plaques ne sont pas aptes à être sensibilisées par cette préparation : les plaques Jougla, à l'iodobromure d'argent, m'ont fourni les résultats les meilleurs.

De plus, l'emploi de l'alizarine ayant, paraît-il, donné lieu à certains mécomptes, j'attire l'attention sur cette particularité que la solution de cette substance doit être employée immédiatement après avoir été faite, à cause de sa grande instabilité.

Les plaques ainsi traitées se conservent quelques jours.

J'ai également noté qu'on pouvait, sans rien changer au résultat, remplacer l'ammoniaque de la formule par quelques gouttes d'une solution de potasse à 5 pour 100.

Les essais ont été faits avec un spectroscope à prisme dont le rapport d'ouverture est de $\frac{1}{10}$, et, dans ces conditions, la raie $\lambda 816$ du sodium est obtenue en quelques secondes. En portant le temps de pose à 1 minute environ, on obtient les raies du calcium situées vers $\lambda 860$, mais le spectre d'une lampe Nernst ou de l'arc électrique s'étend sensiblement plus loin vers l'infra-rouge.

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle substance très fluorescente dérivée de la physostigmine.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Bien que le nombre de corps fluorescents soit considérable, il en est peu dont la fluorescence soit très intense, et aucun d'eux ne peut être comparé à la fluorescéine pour cette propriété; aussi je crois intéressant de signaler l'existence d'un corps dont la belle fluorescence rouge dépasse celle de toutes les substances connues. Je l'ai observée au cours de recherches sur la coloration artificielle des cristaux.

On obtient cette substance de la manière suivante : une solution aqueuse de physostigmine est laissée pendant plusieurs mois jusqu'à ce qu'elle ait pris une teinte bleu foncé. C'est alors que l'addition d'acide phtalique hydraté lui donne une coloration rouge de sang due à la fluorescence. La production de cette teinte est un caractère distinctif très sensible à la fois pour la physostigmine et pour l'acide phtalique hydraté.

Les cristaux de ce nouveau corps sont bleu foncé; les cristaux d'acide méconique, la soie, le coton, l'alcool, l'éther, etc., colorés par lui, sont aussi bleu foncé, mais ne possèdent aucune fluorescence. Par contre, de leur solution aqueuse il rayonne une telle quantité de lumière épipolique qu'une goutte assez diluée pour être bleuâtre,

presque incolore, quand elle est observée par transparence, montre une teinte rouge de sang, comparable à celle des plus beaux rubis, quand elle est examinée par réflexion avec la lumière naturelle.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les propriétés électriques des alliages aluminium-cuivre.* Note (¹) de M. **W. Broniewski**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les propriétés électriques des alliages aluminium-cuivre n'ont été étudiées que dans les limites très restreintes, ne dépassant pas une addition de 12 pour 100 d'un métal dans l'autre. La grande fragilité des portions moyennes en a été probablement la cause.

J'ai étudié la conductivité spécifique, le coefficient de température de la résistance, le pouvoir thermo-électrique et la force électromotrice de dissolution de la série complète des alliages, ce qui permet de définir leur constitution.

Les alliages étaient fondus sous une couche de chlorure de sodium et de potassium, et coulés en barres de 12^{cm}-15^{cm} de long et de 5^{mm} de diamètre.

Leur résistance électrique fut mesurée par un pont de Thomson à 0° et 100°.

La force thermo-électrique était prise par rapport au cuivre entre 0° et +100° et entre 0° et —80°.

La force électromotrice de dissolution fut prise dans une solution saturée de chlorure d'ammonium par rapport à une électrode en charbon dépolarisée par du bioxyde de manganèse. La force électromotrice de dissolution variant assez sensiblement, sa valeur maxima et sa valeur limite furent notées.

Le Tableau suivant contient nos principaux nombres exprimés sur les graphiques.

Pour 100 de Cu en volume.	Conductivité à 0°.		Coefficient de température.		Force électromotrice de dissolution.		Pouvoir thermo-électrique à 0°.	
	Trempé.	Recuit.	Trempé.	Recuit.	Max.	Limite.	Trempé.	Recuit.
0	38,5	40,0	0,00410	0,00425	1,20	1,10	2,92	2,95
1,18	23,5	31,0	0,00293	0,00375	1,04	1,00	2,40	2,59
2,78	22,1	27,9	0,00206	0,00343	1,01	0,99	2,26	2,51
6,41	18,9	25,4	0,00210	0,00325	1,01	0,99	2,38	2,61
10,6	18,5	23,2	0,00190	0,00304	1,01	0,99	2,54	2,79
16,3	16,7	19,7	0,00196	0,00268	1,01	0,99	2,75	2,85
23,1	(11,9)	16,5	0,00212	0,00252	1,01	0,98	(2,48)	3,08
31,6	12,4	14,1	0,00205	0,00222	0,98	0,81	1,56	1,44
37,9	11,5	13,0	0,00201	0,00211	0,92	0,79	—0,51	—0,77

(¹) Présentée dans la séance du 8 novembre 1909.

Pour 100 de Cu en volume.	Conductivité à 0°.		Coefficient de température.		Force électromotrice de dissolution.		Pouvoir thermo-électrique à 0°.	
	Trempé.	Recuit.	Trempé.	Recuit.	Max.	Limite.	Trempé.	Recuit.
41,7	9,14	12,1	0,00109	0,00208	0,78	0,76	−1,06	−0,92
47,3	6,82	9,80	0,00091	0,00147	0,78	0,74	−0,42	−0,60
50,1	6,53	8,61	0,00099	0,00118	0,78	0,74	−0,10	0,16
52,6	3,50	3,56	0,00080	0,00080	0,73	0,70	−2,95	−3,76
54,4	3,54	3,46	0,00062	0,00065	0,73	0,68	−8,37	−8,92
58,8	6,45	4,72	0,00058	0,00070	0,72	0,64	−3,22	−3,19
64,7	8,35	6,33	0,00020	0,00091	0,71	0,63	4,10	5,20
68,3	13,4	7,30	0,00166	0,00140	0,63	0,62	1,40	4,24
73,3	6,85	8,47	0,00071	0,00113	0,62	0,59	0,55	1,10
80,3	7,52	9,22	0,00059	0,00097	0,60	0,58	0,61	0,82
86,0	9,62	10,05	0,00055	0,00081	0,59	0,58	0,71	0,73
94,0	17,5	17,1	0,00086	0,00085	0,59	0,58	0,64	0,64
100	64,0	65,0	0,00425	0,00428	0,58	0,57	0	0

La conductivité (*fig.* 1) y est prise comme inverse de la résistance spécifique en microhms-centimètres; le coefficient de température (*fig.* 2) exprime la variation de

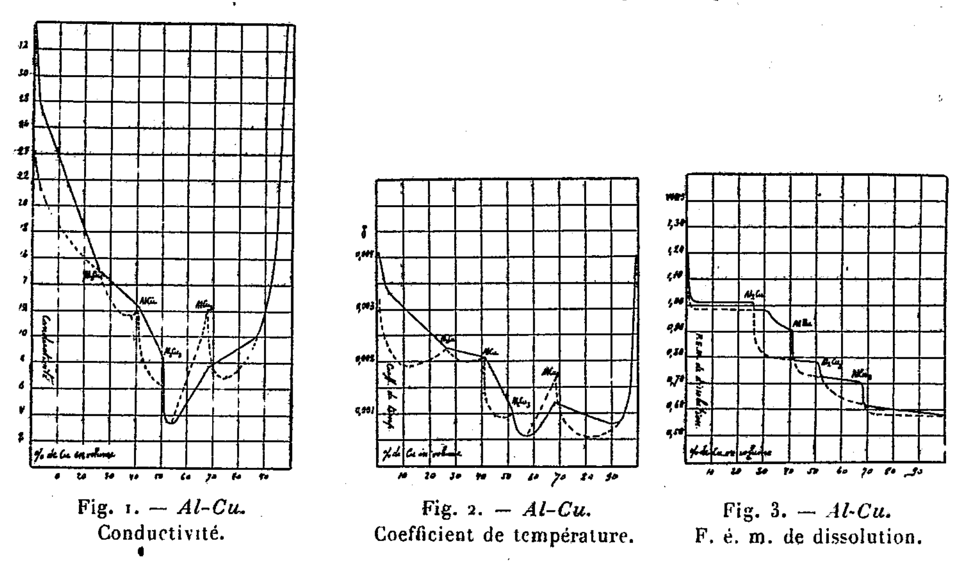


Fig. 1. — *Al-Cu.* Conductivité.

Fig. 2. — *Al-Cu.* Coefficient de température.

Fig. 3. — *Al-Cu.* F. é. m. de dissolution.

la résistance de 0° à 100°; la force électromotrice de dissolution (*fig.* 3) est donnée en volts et le pouvoir thermo-électrique calculé pour 0° est exprimé en microvolts.

Les valeurs données pour l'alliage trempé et indiquées en pointillé sur les figures 1 et 2 se rapportent aux barreaux brusquement refroidis pendant la coulée.

Les valeurs pour l'alliage recuit (ligne continue sur les graphiques) se rapportent aux échantillons chauffés dans un four à résistance électrique pendant 4-5 heures dans le vide à quelques dizaines de degrés au-dessous de leur limite de fusion et lentement refroidis.

Pour la force électromotrice de dissolution, nous ne donnons que les nombres relatifs à l'alliage recuit, les différences produites par la trempe étant peu sensibles. Sur le graphique, les valeurs maxima sont indiquées par une ligne continue, les valeurs limites en pointillé (*fig.* 3).

Le pour 100 des métaux constituants est donné en volume, en prenant pour la densité de l'aluminium 2,70 et pour celle du cuivre 8,94.

Si l'on applique aux courbes de conductivité et du coefficient de température les principes établis par M. H. Le Chatelier (1895) et complétés par M. Guertler (1907), aux courbes de force électromotrice de dissolution les principes indiqués par Laurie (1888), on trouve quatre composés définis : Al^2Cu, $AlCu$, Al^2Cu^3 et $AlCu^3$.

L'existence de Al^2Cu, $AlCu$ et $AlCu^3$ fut signalée par M. H. Le Chatelier (1895-1900). M. Guillet (1902-1905) et M. Gwyer retrouvent les mêmes composés, tandis que MM. Carpenter et Edwards (1907) nient l'existence de $AlCu$, mais indiquent un nouveau composé $AlCu^4$ que nous n'avons pas pu confirmer.

Puchine (1907) en étudiant la force électromotrice de dissolution dans du $Ca(OH)^2$ ne trouve que le composé $AlCu$.

Le composé Al^2Cu^3 n'a pas encore été signalé.

Le recuit détermine des variations très sensibles dans la forme des courbes, surtout dans celle de la conductivité et du coefficient de température. Cet effet peut être produit par la restriction des limites d'une solution solide, par une cristallisation plus prononcée ou par la reconstitution d'un composé détruit par la fusion (Al^2Cu). La conductivité augmente alors.

Nous voyons l'effet contraire se produire par le recuit du composé $AlCu^3$ dont la conductivité est alors diminuée de moitié. Le changement de structure se produit au-dessus de 500°, où M. H. Le Chatelier (1890) a pu remarquer un point critique pour la variation de la résistance électrique.

On pourrait expliquer ce phénomène par la polymérisation du composé stable à haute température en une variété stable à la température ordinaire et d'une résistance spécifique supérieure. Suivie au microscope la transformation se manifeste par la décomposition des gros cristaux uniformes en une série de petits cristaux très fins, semblables à la martensite.

PHYSIQUE. — *Dichroïsme magnétique des liqueurs constituées par la sidérose.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

Parmi les liqueurs mixtes qui offrent le dichroïsme magnétique, je puis en signaler de nouvelles qui présentent cette propriété à un degré incom-

parablement plus élevé que toutes celles que j'avais examinées jusqu'à ce jour : ce sont les liqueurs pour lesquelles la sidérose est un des constituants et tout particulièrement celles qu'on obtient en mettant ces cristaux en suspension dans le sulfure de carbone ou dans l'aniline.

La liqueur formée par la sidérose et le sulfure de carbone présente d'ailleurs un léger dichroïsme spontané qui est négatif, mais qui devient plus énergique dès qu'on produit un champ magnétique, même très faible, transversal au rayon. Le magnétisme rémanent des pièces polaires de l'électro-aimant est largement suffisant pour faire apparaître au plus haut degré ce dichroïsme, à tel point que, pendant la première partie de ces études sur la sidérose, le phénomène se produisant avant l'excitation de l'électro-aimant, je croyais pouvoir conclure à un dichroïsme spontané très intense à peine modifié par le champ ; en réalité il s'agissait d'un dichroïsme spontané faible rendu très énergique et maximum par une valeur minime du champ magnétique convenablement orienté (¹).

L'intensité de ce dichroïsme magnétique peut être mise en évidence de plusieurs façons.

En premier lieu, on peut le constater en employant comme polariscope la loupe dichroscopique de Haidinger, dont les deux images contiguës de la fenêtre présentent alors une différence considérable d'éclairement, l'une d'elles paraissant blanche et l'autre noire. Or, pour la plupart des autres liqueurs, le procédé de la loupe de Haidinger ne pourrait pas être employé, à cause de la très faible différence d'intensité des deux plages; cette différence est néanmoins appréciable, mais peu importante, dans le cas de la liqueur térébène-acide borique dont j'ai déjà signalé les curieuses propriétés.

En second lieu, il est inutile pour manifester le phénomène d'employer un électro-aimant : il suffit de petits barreaux aimantés qu'on tient à la main ; en les approchant de la cuve, on fait aussitôt apparaître dans l'appareil d'observation les couleurs caractéristiques de la polarisation, et, en faisant tourner le barreau autour de la cuve qui contient la liqueur, on produit successivement un faisceau partiellement polarisé dans le plan vertical, puis dans le plan horizontal, et l'on voit les couleurs permuter dans les plages du polariscope.

J'avais également appelé l'attention sur l'utilité qu'il y avait, dans le cas du *dichroïsme blanc*, à employer un dispositif plus sensible qui mette en évi-

(¹) La confusion qu'on aurait pu commettre à ce sujet m'a amené à faire la révision de *toutes* les liqueurs pour lesquelles j'avais signalé un dichroïsme spontané de même signe que le dichroïsme magnétique, afin de voir s'il ne s'agissait pas alors d'un effet du magnétisme rémanent : le cas où l'on avait noté une inversion des deux dichroïsmes ne pouvait donner lieu à une erreur d'interprétation ; cette revision ne m'a amené à modifier aucun des résultats signalés.

dence ce phénomène par l'apparition de colorations : d'où le dispositif polariscopique que j'ai utilisé pour les nombreuses liqueurs étudiées et dont la sensibilité est bien mise en évidence par le résultat négatif que donne, avec la plupart d'entre elles, la loupe dichroscopique de Haidinger.

Le phénomène peut aisément être projeté en adoptant le dispositif classique de la polarisation en lumière parallèle et en éliminant le polariseur habituellement employé : la lumière naturelle traverse la cuve et tombe sur une lame à deux rotations dont on forme l'image sur un écran, en interposant un analyseur biréfringent dont on met la section à 45° des plans principaux de polarisation auxquels on donnera naissance; on a alors deux lunules dont la ligne des centres est à 45° de ces plans, chaque lunule étant formée de deux plages séparées par une ligne qu'on met verticalement.

Sous l'influence du champ du barreau aimanté qu'on approche, les moitiés internes et contiguës des plages, d'abord incolores, prennent une coloration, verte par exemple, tandis que les moitiés externes présentent une couleur rose.

Ce dispositif de projection permet aussi de montrer le dichroïsme spontané de la liqueur térébène-acide borique; les colorations apparaissent alors sans qu'on ait à faire intervenir de champ magnétique.

PHYSICOCHIMIE. — *Cryoscopie de mélanges organiques et combinaisons par addition.* Note de M. **Abel Buguet**, présentée par M. J. Violle.

Les carbures aromatiques donnent, avec l'acide picrique, des composés d'addition. La naphtaline fournit des produits analogues avec nombre d'autres composés nitrés.

La détermination des points de congélation de mélanges variés d'acénaphtène ou de phénanthrène avec deux nitrotoluènes m'a conduit à des courbes à quatre branches, en forme de W, portant deux points d'eutexie (minima) et, entre eux, un maximum indiquant la combinaison des deux constituants, par addition de molécule à molécule.

La combinaison de l'acénaphtène au trinitrotoluène (α) fond à 109°. Sa combinaison avec le dinitrotoluène (2.4) fond à 60°.

La combinaison du phénanthrène au trinitrotoluène (α) fond à 84°.

Je n'ai obtenu que des courbes en V, à un seul point singulier (minimum eutectique) pour les mélanges suivants :

Phénanthrène avec dinitrotoluène (2.4) ou nitronaphtalène;

Acénaphtène avec paranitrotoluène;

Naphtaline avec paranitrotoluène, nitronaphtalène (α), acénaphtène, acide benzoïque, acide salicylique, azobenzène, diphénylamine, gaïacol, hydrate de chloral, menthol, oxalate de méthyle, phénanthrène, salol, thymol.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de la chaleur et de la lumière sur le sulfite d'argent et ses sulfites doubles alcalins. Détermination du rendement en acide dithionique.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

J'ai indiqué dans une Note précédente (même Volume, p. 735) que l'action de la chaleur sur le sulfite d'argent et ses sulfites doubles décompose ces sels en donnant surtout un dithionate et non pas un sulfate. C'est ce que prouvent nettement quelques résultats analytiques.

Le sulfite d'argent étant à peine soluble dans l'eau (moins de $\frac{1}{20000}$ d'après mes déterminations) a toujours été préparé par le procédé de Berthier en faisant agir le gaz sulfureux sur la solution de nitrate d'argent, et on le lavait ensuite à l'abri de l'air avec de l'eau bouillie. Ce composé est bien le sulfite normal Ag^2SO^3, comme je l'ai vérifié par l'analyse.

Pour éviter toute altération pendant la dessiccation, le sulfite a toujours été employé à l'état humide et fraîchement préparé, en partant pour chaque essai d'un poids connu de nitrate. Le premier a porté sur $1^g,7$ environ de Ag^2SO^3, mis en suspension dans 300^{cm^3} d'eau, maintenue 2 heures à douce ébullition dans une fiole conique fermée par un petit entonnoir, servant à la condensation partielle de la vapeur et à diminuer l'accès de l'air. Le résidu insoluble était formé presque entièrement par de l'argent métallique.

Du liquide neutre et non réducteur, on a séparé d'abord [1] $0^g,8285$ de AgCl puis $0^g,0996$ de $BaSO^4$. La solution renfermait donc sous forme de sel d'argent un acide autre que l'acide sulfurique et combiné comme l'indique le calcul à 85,2 pour 100 de l'argent en solution. Le liquide filtré et acidifié par HCl, porté à 100°, a déposé du sulfate de baryte et dégagé du gaz sulfureux qui, recueilli et oxydé, a donné un poids de sulfate de baryte sensiblement égal à celui déposé dans la liqueur. L'acide formé est donc l'acide dithionique.

D'autre part, si la décomposition du sulfite d'argent donne réellement du sulfate et de l'anhydride sulfureux, ce dernier, si l'on opère en *tube scellé*, ne pourra se dégager

---

(1) Pour ces analyses, il est indispensable de précipiter l'argent tout d'abord, car le sulfate de baryte entraîne toujours de l'argent et il prend alors à la calcination une teinte brune.

et ultérieurement à froid, suivant le mode même de préparation du sulfite d'argent, décomposera le sulfate et l'on aura une solution sulfurique facile à titrer. Dans ces conditions, après 1 heure de chauffe, on a, en effet, un liquide sans odeur, à pouvoir réducteur presque insensible et seulement très légèrement acidulé. L'acidité étant comptée en acide sulfurique, le titrage a donné moins de $\frac{1}{200}$ de molécule SO^4H^2 au litre, en accord avec le dosage pondéral puisque $92^{cm^3},5$ de liqueur ont fourni $0^g,0999$ de $BaSO^4$. Mais comme, d'autre part, ce même liquide a donné $1^g,0267$ de AgCl, on voit que, dans cette expérience encore, il n'y a pas rapport de poids entre l'acide sulfurique et l'argent. Le dosage [1] de l'acide dithionique, transformé par oxydation en acide sulfurique correspondant à $1^g,7667$ $BaSO^4$, le confirme.

Il y a donc 89,84 pour 100 du sulfite *décomposé*, qui ont été transformés en dithionate, et 10,16 pour 100 seulement en sulfate. Ce rapport, bien entendu, varie un peu d'une opération à l'autre mais sans écart bien sensible pour les mêmes conditions. En *tube scellé*, en effet, il ne faut pas prolonger l'action de la chaleur, même si le sulfite n'était pas complètement décomposé, parce qu'en présence du gaz sulfureux, qui ne peut s'échapper, il y a décomposition de l'acide dithionique formé et augmentation de la quantité d'acide SO^4H^2.

En ce qui concerne les sulfites doubles d'argent, nous avons vu qu'à 100°, leur décomposition est rapidement complète. Reprenant donc l'essai de la Note précédente, fait avec $2^g,7$ de $AgAzO^3$ et 12^g de sulfite de sodium, j'ai tout d'abord constaté, après l'action de la chaleur, la très faible quantité de pyrosulfite formée, cela par un dosage alcalimétrique. Puis, après l'élimination des sulfites et sulfates, j'ai déterminé par voie pondérale, sous forme de $BaSO^4$, la quantité d'acide sulfurique produite par l'oxydation de l'acide dithionique. Le rapport de ce poids à celui que théoriquement on aurait dû obtenir, d'après le poids de $AgAzO^3$ transformé en sulfite double, m'a permis de reconnaître que 97,5 pour 100 de ce sulfite avaient fourni du dithionate et 2,5 pour 100 seulement du sulfate.

Dans deux autres expériences, en me basant sur les poids de $BaSO^4$ fournis d'une part par l'acide sulfurique provenant de l'oxydation de l'acide dithionique et de l'autre par celui formé pendant l'action de la chaleur sur le sulfite double, j'ai retrouvé très sensiblement les mêmes résultats, soit 96,4 et 95,96 pour 100. Dans ces dernières expériences, pour éviter l'oxydation du sulfite de sodium, on a chauffé en tube scellé.

La lumière a les mêmes effets que la chaleur sur le sulfite d'argent et ses sels doubles; ainsi s'explique l'observation de certains auteurs sur l'insta-

---

(1) La décomposition à 100° en solution même acide est longue et peu pratique. Le mieux est de transformer l'acide dithionique en acide sulfurique par évaporation de la solution avec du nitre et carbonate alcalin et de calciner le résidu à 300°-400°. Seulement ainsi, j'ai eu des résultats constants; l'eau régale ou le brome n'oxydant qu'incomplètement à 100° l'acide dithionique en solution trop diluée.

bilité du sulfite d'argent à froid en présence de l'eau; car à l'abri de la lumière, ce composé reste inaltéré et parfaitement blanc, tandis que, sous l'action de la lumière diffuse elle-même, la seule que j'aie d'ailleurs employée, et surtout si l'on renouvelle les surfaces par l'agitation, le sulfite d'argent noircit peu à peu. La décomposition est seulement plus lente.

En opérant en vase clos, pour soustraire le sulfite à l'action de l'oxygène de l'air, et en employant les mêmes modes de travail que précédemment, ici encore, j'ai retrouvé de l'acide dithionique parmi les produits de transformation, pour le sulfite d'argent comme pour ses sels doubles, et en proportions aussi très notablement supérieures à l'acide sulfurique.

De plus amples détails seront donnés dans un Mémoire qui paraîtra dans un autre recueil.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les composés stanniques halogénés mixtes.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. A. Haller.

On a décrit un grand nombre de ces composés : Ladenburg (¹) a analysé $SnCl^3Br$, $SnCl^2Br^2$, $SnClBr^3$. Lenormand (²) a décrit $SnCl^3I$, $SnCl^2I^2$, $SnClI^3$; $SnBr^3I$, $SnBr^2I^2$, $SnBrI^3$. Besson (³); $SnCl^3Br$, $SnCl^2Br^2$, $SnClBr^3$. Ces auteurs ont tous constaté que ces produits peuvent être scindés par distillation en composés stanniques simples. Exemple :

$$2\,Sn\,X^2Y^2 = Sn\,X^4 + Sn\,Y^4.$$

Ladenburg a conclu de ces faits que : « Il faut admettre que les atomes se substituent les uns aux autres, dans ces molécules, avec une grande facilité. »

L'étude actuelle a été faite pour voir si les composés cités plus haut ont vraiment une existence objective ; s'ils sont des *individus chimiques*, ou s'ils ne représentent que des mélanges obtenus dans des conditions choisies en chaque cas par l'expérimentateur de façon à fournir des valeurs analytiques conduisant aux formules cherchées.

On a étudié plus à fond les stannibromoiodures. Ceux-ci ont été choisis à cause de leurs propriétés physiques commodes pour l'étude des points de fusion, variant de $+20°$ à $+125°$.

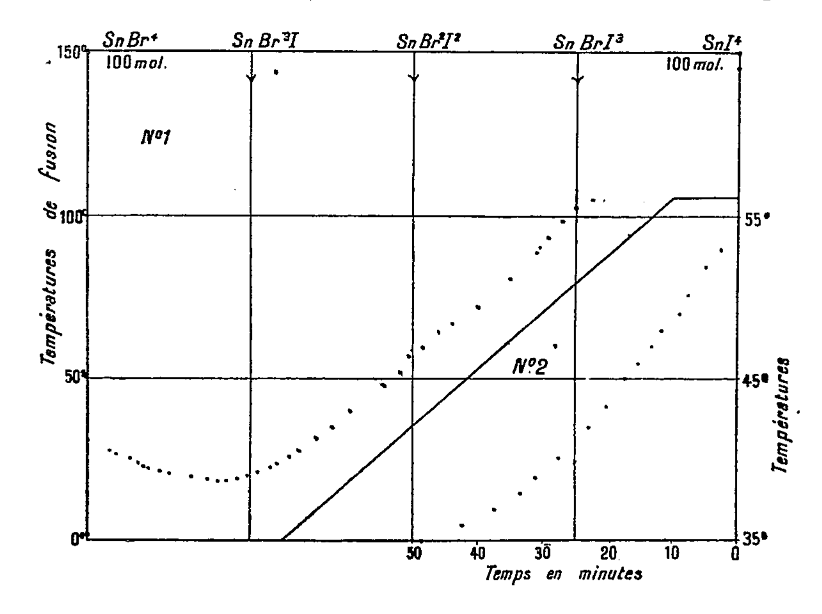
(¹) Ladenburg, *Lieb. Ann.*, Suppl. VIII, p. 60.

(²) Lenormand, *J. de Pharm. chim.*, 6ᵉ série, t. VIII, p. 249 ; t. X, p. 114.

(³) Besson, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 683.

$SnBr^2I^2$: *Fractionnement par solidification partielle.* — 400g de ce composé fondant à 54° ont été soumis à de très lentes cristallisations par refroidissement. On a obtenu ainsi, après une série de dix opérations, 20g de produit fondant vers 88° et 18g de produit fondant vers 27°. Tous les dépôts intermédiaires sont d'apparence homogène, très bien cristallisés et présentent des faces cristallines brillantes atteignant parfois 1^{cm^3}. Les cristaux fondant à 88° ont la composition $SnI^{2,8}Br^{1,2}$; ceux qui fondent le plus bas : $SnI^{1,3}Br^{2,7}$. Ces chiffres ne sont pas des limites et il est probable qu'en opérant plus longtemps et sur de plus fortes quantités on pourrait pousser plus loin la séparation de I et Br. Une opération analogue, portant sur le composé $SnBrI^3$ fondant vers 103°, a fourni d'une part des cristaux fondant à 125° : $SnI^{3,52}Br^{0,48}$, et une portion fondant bas, vers 76° : $SnI^{2,6}Br^{1,4}$. Enfin on a constaté que le produit $SnBr^3I$ ne se laissait qu'avec grand'peine scinder par cristallisation fractionnée.

Étude du refroidissement de $SnBr^2I^2$ *fondu.* — A partir de 55° jusqu'à 35°, on a pris 20 points qui fournissent une courbe exponentielle ne présentant aucun point singulier. Il est évident que les cristaux se sont déposés régu-



lièrement à toutes les températures et que le produit fondu se comporte comme un mélange (voir Tableau n° 2).

Points de fusion des mélanges de $SnI^4 + SnBr^4$. — La courbe a été

établie avec 40 points de fusion de mélanges dont la composition variait de SnI^4 à $SnBr^4$. On voit que, partant de $SnBr^4$, le point de fusion s'abaisse de 32° à 19°; à ce moment, la composition du mélange est $SnBr^{3,2}I^{0,8}$; la courbe remonte ensuite sans flexions jusqu'à SnI^4. En aucun point on ne remarque de phénomènes suffisamment nets indiquant la formation de composés mixtes (voir Tableau n° 1).

En résumé, un composé quelconque de formule $SnBr^{\alpha}I^{(4-\alpha)}$ se comporte à la fusion comme un mélange. Par un léger abaissement de température il se dépose des cristaux dont la composition n'est pas celle de la masse fondue. On doit donc admettre que, dans une molécule où l'étain tétravalent est uni à ces deux halogènes, ceux-ci jouissent d'une mobilité complète, au moins dans le produit fondu, et fournissent une série de produits cristallisés dont la composition variable est fonction de celle du liquide fondu d'où ils se séparent.

Des essais analogues sont actuellement en cours relativement aux iodochlorures et aux chlorobromures, et les résultats obtenus permettent d'affirmer que les mêmes conclusions sont applicables à ces composés, et qu'on devra rayer de la liste des individus chimiques les neuf composés halogénés mixtes de l'étain tétravalent.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Déshydratation de l'oxycyclohexyldiméthylcarbinol.* Note de M. **P.-J. Tarbouriech**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note antérieure (¹) j'ai indiqué que l'iodure de méthylmagnésium réagit sur l'éther méthylique de l'acide hexahydro-oxybenzoïque en donnant un glycol bitertiaire de formule $C^6H^{10}OH - COH\langle^{CH^3}_{CH^3}$.

Ce produit, qui est une véritable pinacone, se laisse déshydrater sous l'action des acides en donnant simultanément deux composés, résultant, le premier de la perte de 1^mol^, le deuxième de l'élimination de 2^mol^ d'eau. Le premier de ces corps qui répond à la composition $C^9H^{16}O$ est une cétone, qui prend naissance, comme je le montrerai prochainement, à la suite d'une transposition pinacolique de l'un des groupements CH^3. Le

(¹) P.-J. Tarbouriech, *Sur quelques dérivés de l'acide hexahydro-oxybenzoïque* (*Comptes rendus*, t. 149, p. 604).

deuxième produit de déshydratation est un hydrocarbure ayant la composition C^9H^{14}.

Les proportions suivant lesquelles se forment chacun de ces deux composés varient considérablement avec l'acide employé pour la déshydratation de la pinacone, et aussi avec un même acide employé à différents états de concentration.

Le glycol bitertiaire chauffé avec 10 fois son poids d'acide sulfurique à 20 pour 100 au réfrigérant à reflux pendant 4 heures donne, après entraînement à la vapeur d'eau, un produit complexe qui distille entre 71° et 82° sous 20mm.

Ce mélange a été oximé par la méthode de Crismer, et le produit de cette opération, fractionné sous 18mm, a permis d'obtenir deux portions passant l'une à 75°-76°, l'autre à 130°-132°. Le premier de ces corps est un hydrocarbure liquide; le deuxième, qui cristallise par refroidissement, constitue l'oxime; son point de fusion, qui se produit entre 48° et 55°, permet de soupçonner qu'on a affaire à un mélange. Par cette méthode 50g de pinacone ont donné 35g de produits entraînables constitués par $\frac{3}{5}$ d'hydrocarbure et $\frac{2}{5}$ de pinacoline, que l'on régénère de son oxime par ébullition avec 6 fois son poids d'acide sulfurique à 20 pour 100.

Quand on effectue la déshydratation avec l'acide oxalique anhydre pris en poids égal à celui de la pinacone, la proportion de produits entraînables par la vapeur est moins élevée : environ 55 pour 100. Par contre, le rendement en cétone est bien meilleur; il représente les $\frac{4}{5}$ des produits entraînables, l'hydrocarbure en constituant seulement $\frac{1}{5}$.

Enfin, avec un mélange de 1 partie de pinacone, 1 partie d'acide oxalique cristallisé et 1 partie d'eau, on obtient un rendement moyen de 70 pour 100, dont l'hydrocarbure constitue les $\frac{2}{7}$ et la cétone les $\frac{5}{7}$.

La partie non entraînable est constituée par un mélange d'hydrocarbures résultant de la polymérisation du carbure C^9H^{16} et d'où l'on peut extraire, par distillation, un produit de même composition, bouillant à 190° sous 22mm.

Hydrocarbure C^9H^{16}. — L'hydrocarbure séparé de l'oxime par distillation fractionnée est un liquide incolore, très mobile, bouillant à 76° sous 19mm. Son odeur est analogue à celle des carbures terpéniques. Il fixe le brome et donne avec l'acide chlorhydrique deux combinaisons : un *monochlorhydrate* $C^9H^{14}HCl$ bouillant à 96°-98° sous 20mm et un *dichlorhydrate* $C^9H^{14}.2HCl$ bouillant à 122°-123° sous 18mm. Ce composé possède donc dans sa molécule deux liaisons éthyléniques.

Oxime mixte. — L'oxime mixte P. E. 130°-132° sous 18mm est formée d'un mélange de deux oximes isomères qu'on arrive à séparer par des cristallisations nombreuses dans l'alcool absolu. Le produit qui se dépose le premier, *oxime* α, fond à 83°; le deuxième, extrêmement soluble dans l'alcool et l'éther, *oxime* β, fond à 45°.

Traités par l'isocyanate de phényle, ces deux produits donnent deux carbanilidoximes différentes qui, après recristallisation dans l'éther ordinaire, se présentent : la *carbanilidoxime* α en aiguilles soyeuses P. F. 79°-80°, la *carbanilidoxime* β en cristaux durs et brillants P. F. 94°-95°.

Pinacoline $C^9H^{16}O$. — La pinacoline, régénérée de son oxime mixte, constitue un liquide incolore, à odeur fortement camphrée, bouillant à 83° sous 18mm. Chauffée avec de la semicarbazide en milieu acétique, elle donne deux semicarbazones qu'on peut séparer par cristallisation fractionnée dans l'éther de pétrole : *semicarbazone* α en aiguilles fondant à 158°, *semicarbazone* β en cristaux fondant à 176°.

MINÉRALOGIE. — *Sur les formations éruptives et métamorphiques au Tonkin et sur la fréquence des types de laminage.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai pu récemment étudier une grande quantité d'échantillons recueillis par les officiers topographes et leur détermination précise en lame mince m'a conduit aux résultats suivants :

1° *Série crystallophyllienne et granitique.* — Comme l'a déjà indiqué M. Lantenois [1], il existe au Tonkin des granites francs accompagnés d'un cortège de roches cristallophylliennes. Ces roches forment une vaste région arasée recouverte transgressivement par la puissante série d'arkoses, quartzites et schistes appartenant, d'après ceux qui se sont récemment occupés de la région, au *Trias-rhétien*. Ces formations constituant une couverture continue, ou des témoins isolés sur le granite ou le gneiss (feuilles de Yen Bay, Van Yen, etc.) ne sont *jamais* touchées par le métamorphisme et au contraire contiennent à l'état clastique tous les éléments des granites et des *gneiss*; ces derniers sont puissamment développés surtout à l'état de *sillimanite et grenats* sur la feuille de Yen Bay, remarquablement levée par le capitaine Dussault qui m'a soumis ses documents du plus grand intérêt. On observe un beau développement de *granites à biotite*, *à muscovite*, en relation avec des *aplites tourmalinifères*; les *cipolins de type pyrénéen à minéraux* (*grenat*, *fuchsite*, *phlogopite*, *wollastonite*, *diopside*, etc.) sont abondants (monts de Nui-Niou, Khân Khanh, Muong Tom) et passent par des

(1) *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, t. I, Mém. n° 4.

pyroxénites, *amphibolites* à des *diorites* ou des *granites amphiboliques* passant eux-mêmes au *granite normal*.

Sur la feuille de Son La les mêmes roches reparaissent dans le massif de Sa Phin et dans le coin Sud-Est où se montrent des gneiss. Il en est de même sur celles de Than-Ba, Van-Yen et Tu Lé. Au nord du Tonkin, dans la région d'Iba-Giong, il y a un magnifique développement de *granites à mica blanc* avec un abondant cortège de roches tourmalinifères, de gneiss et de micaschites à minéraux. Dans la région de Lao-Kay existent également des types à *mica blanc*, de *granites* passant à des gneiss qui plus loin passent eux-mêmes à *des schistes à andalousite et staurotide*. Dans cette même région apparaissent des *elvans*, des *granites micropegmatitiques à bisilicates sodiferriques;* ces roches, qui paraissent très disséminées au Tonkin (j'en ai reconnu sur la feuille de Tu Lé; M. Lantenois, d'après M. Termier, en a signalé au Pia-Ya), appartiennent à une venue spéciale. L'appréciation de M. Zeil admettant la mise en place du granite après plissements (1) est inadmissible, car un examen même sommaire montre qu'au contraire tous ces types de roches ont intensément souffert des plissements.

2° *Syénites néphéliniques*. — J'ai découvert déjà deux gisements de ces belles roches sur les feuilles de Tu Lé et de Tuyen Quan.

3° *Microgranites au sud-ouest du fleuve Rouge*. — Dans toute cette partie du Tonkin, ces roches jouent un rôle très important. Banales comme composition, variées comme structure, elles forment d'énormes amas ou des filons intrusifs. Elles n'ont jamais exercé de métamorphisme, du moins sensible, et l'on n'observe que des zones de refusion d'assises à leur contact immédiat et un endomorphisme *restreint* consécutif. Sur les feuilles de Son La, Tu Lé, je montrerai ultérieurement qu'elles sont laminées à un degré extraordinaire, ce qui explique qu'on ait eu tendance à les prendre pour des terrains métamorphiques. Ces roches sont en galets dans le *Terrain rouge* (échantillons du capitaine Dussault).

4° Les roches basiques, *gabbros*, *diabases*, *porphyrites*, forment d'importantes traînées, *souvent écrasées*, alignées NO-SE le long de la rivière Noire. Elles sont banales et offrent les variations de structure classiques. Sur le coin SO de Son La il y a de telles *péridotites* altérées.

---

(1) *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 4e série, t. I, Mém. n° 3.

En résumé, je puis actuellement indiquer au Tonkin les principaux groupes éruptifs suivants : I, granites à biotite souvent endomorphisés au contact de calcaires paléozoïques en amphibolites, ou surmicacés, associés à une puissante série cristallophyllienne ; II, granites à muscovite ; III, granites alcalins à Na^2O non feldspathisable; IV, syénites néphéliniques; V, microgranites, rhyolites, etc. ; VI, gabbros, diabases, porphyrites et peut-être péridotites ; le tout accompagné de laminages intenses et d'écrasements identiques à ceux que j'ai décrits en Corse, à tel point que dans les feuilles de Son La et de Tu Lé on constate qu'aucun type de formation n'a échappé à l'écrasement, et il suffit de considérer les échantillons recueillis pour prévoir avec la plus entière certitude que les recherches ultérieures sur le terrain montreront les contacts anormaux comme une généralité [1].

MINÉRALOGIE. — *Étude optique de l'absorption des vapeurs lourdes par certaines zéolithes.* Note de M. F. **Grandjean**, présentée par M. Pierre Termier.

M. G. Friedel [2] a montré que les zéolithes, après déshydratation, pouvaient absorber des substances très diverses, en quantité souvent considérable ; notamment l'air, l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré, l'alcool, les solutions de sels minéraux comme le silicate de soude. Ces corps peuvent être chassés par élévation de température, ou par action de l'eau pure en excès, puis réabsorbés autant de fois qu'on le désire. Leur absorption est un phénomène d'équilibre divariant, et la zéolithe mélangée à ces substances étrangères doit être considérée comme homogène, ne formant qu'une phase.

Je me suis proposé de voir comment les substances absorbées interviennent dans les propriétés optiques de l'ensemble, et j'ai étudié surtout, à ce point de vue, l'action des vapeurs lourdes d'iode, de brome, de calomel, de mercure, de soufre, de cinabre, que certaines zéolithes absorbent avec la plus surprenante avidité. Voici les résultats obtenus avec la *chabasie*, du gisement d'Aussig.

Naturelle (saturée d'eau), elle est biaxe ($2V =$ environ 65°), négative; n_p est parallèle à l'axe ternaire des groupements; $n_g - n_p = 0,0014$.

---

(1) Les levés du capitaine Dussault sur la feuille de Son La sont des plus instructifs à cet égard.

(2) *Bull. Soc. fr. de Minéralogie*, t. XIX, p. 94 et 363 ; t. XXI, p. 5 ; t. XXII, p. 5.

Anhydre et saturée d'air sec, elle est presque uniaxe ($2V < 12°$), positive: $n_g - n_p = 0,0089$; n_g est parallèle à l'axe du rhomboèdre. La rentrée de l'eau provoque une brusque chute de biréfringence et le changement du signe.

Saturée d'ammoniaque, elle est uniaxe, positive ; $n_g - n_p = 0,004$; n_g est parallèle à l'axe du rhomboèdre. Quand l'eau pénètre, elle se mélange à l'ammoniaque à l'intérieur même du cristal, puis chasse peu à peu le gaz. On observe, pendant l'hydratation, une variation singulière de la biréfringence. Celle-ci part de $+0,004$, décroît, s'annule, devient négative et atteint un maximum négatif de 0,0063 pour une certaine proportion d'ammoniaque et d'eau ; puis la biréfringence diminue jusqu'à la valeur $-0,0014$ qui correspond à la chabasie saturée d'eau, sans ammoniaque.

Saturée d'iode à 300° (teneur 0,9 pour 100) et refroidie dans l'exsiccateur, la chabasie possède des propriétés optiques voisines de celles de la chabasie saturée d'air sec ; mais elle est colorée en jaune et fortement polychroïque (n_g jaune, n_p et n_m rose, plus sombre). Les couleurs varient avec la température, mais le pléochroïsme est aussi marqué à 275° (bien au-dessus de la température d'ébullition de l'iode) qu'à la température ordinaire. La même chabasie, saturée d'eau, présente le même polychroïsme, mais une biréfrigence bien plus faible. Les teintes de polarisation deviennent très dispersives.

Saturée de calomel à 500°, elle est uniaxe, négative, avec une biréfrigence considérable: 0,045 ; n_p est parallèle à l'axe ternaire. La quantité de calomel absorbé est énorme, 24 pour 100 environ. La chabasie au calomel n'absorbe plus d'air et ne se modifie pas sensiblement dans l'eau. L'absorption est accompagnée d'une forte augmentation de volume qui pulvérise les cristaux. La poudre est constituée par des prismes irréguliers, allongés, à arêtes parallèles à l'axe de l'ancien rhomboèdre, striés en travers [plans $a^1(0001)$].

Saturée de mercure à 300° et refroidie dans l'exsiccateur, la chabasie est jaune, biaxe, négative, $2V$ (mesuré) $= 74°$; $n_g - n_p = 0,028$. Le minéral très limpide, montre un pléochroïsme net (n_p jaune très pâle, n_m jaune pâle, n_g jaune rougeâtre, plus sombre). La surface des fragments est ornée de fines stries, parallèles aux plans $b^1(01\bar{1}2)$ équidistantes de 1^μ. En présence d'eau, cette chabasie noircit; son polychroïsme augmente beaucoup (n_p brun, n_m brun sombre, n_g noir opaque). La biréfrigence diminue. Les grains saturés de mercure deviennent complètement opaques, d'un noir brillant.

La quantité de mercure absorbé est énorme : 35 pour 100 par rapport à la chabasie déshydratée à 500°. Sans le céder, la chabasie peut absorber encore 25 pour 100 d'eau. A chaud, l'eau s'en va, puis le mercure, et l'on retrouve la chabasie initiale prête à une nouvelle absorption.

Quand la chabasie est saturée d'un mélange de calomel et de mercure, les propriétés optiques sont intermédiaires entre celles que donnent les deux saturations précédentes. Il semble que le mercure et le calomel se mélangent d'une manière homogène, en toutes proportions, dans la zéolithe, qui joue le rôle de solvant solide.

Saturée de soufre, la chabasie est négative, très biréfringente ($n_g - n_p = 0,036$), les stries $b^1(01\bar{1}2)$ se formant à la surface. La couleur est jaune pâle à froid, noire à chaud.

Saturée de cinabre, la chabasie est positive, très biréfringente ($n_g - n_p = 0,036$), jaune pâle, avec un léger polychroïsme; n_g est parallèle à l'axe ternaire. Les cristaux se fragmentent en petits prismes semblables à ceux que donnent le calomel, mais positifs. Il existe, en outre, les stries fines b^1 avec l'équidistance 1^μ.

La *gmélinite*, la *lévyne*, l'*harmotome*, la *microsommite*, traitées de même, m'ont donné des résultats analogues.

Ces faits montrent que toute substance absorbée par un cristal s'oriente sur le réseau de ce cristal et intervient, très efficacement, dans les propriétés optiques du mélange homogène. Ces propriétés optiques ne sont jamais intermédiaires entre celles du cristal seul et celles du corps absorbé supposé libre. Le corps absorbé mélangé moléculairement au cristal est peut-être disposé en un réseau; le fait n'est pas certain. Si ce réseau existe, ce n'est pas, en général, celui que peut posséder le corps isolé, mais plutôt celui du cristal, sans doute légèrement modifié par l'absorption. Il n'y a pas lieu de distinguer, dans le phénomène d'absorption, les corps gazeux, liquides, solides, cristallisés ou non.

L'absorption faite, ces corps prennent le même état physique, comparable peut-être à celui qu'ils posséderaient, dans les mêmes conditions physiques, à la surface libre du cristal, dans la couche où s'exercent les actions capillaires. De sorte qu'on peut faire cette hypothèse : dans la couche des actions capillaires, au contact d'un solide anisotrope quelconque, les corps extérieurs gazeux, liquides ou en dissolution, s'orientent sur le solide et deviennent eux-mêmes anisotropes. Les faits exposés plus haut peuvent être considérés comme venant à l'appui de cette proposition.

BOTANIQUE. — *Sur l'existence de sclérotes chez une Mucorinée.* Note de M. Fernand Guéguen, présentée par M. Guignard.

La production de sclérotes comme organes asexués de conservation de l'espèce s'observe très fréquemment dans la classe des Champignons. Sans parler des Basidiomycètes et surtout des Ascomycètes, chez lesquels ces organes pérennants sont très répandus, la présence de sclérotes parfois très volumineux a été signalée jusque dans les Myxomycètes.

Seul des quatre ordres de Champignons, celui des Oomycètes a paru jusqu'à présent faire exception à la règle générale; en raison de la structure continue du thalle des Siphomycètes, les organes pérennants asexués sem-

blaient n'y pouvoir être représentés que par des chlamydospores, appelées aussi *kystes*, *gemmes*, *pseudospores* ou *chronispores*.

Au cours de recherches sur quelques points de la biologie du *Mucor sphærosporus* Hagem, espèce humicole voisine du *M. racemosus* Fres. dont elle ne constitue probablement qu'une simple forme, j'ai eu l'occasion d'observer la production de véritables sclérotes. Les premiers stades de la formation de ces organes peuvent se rencontrer sur tous les milieux solides favorables à la constitution d'un thalle épais et consistant, mais les sclérotes n'atteignent leur complet développement que dans les cultures sur pomme de terre âgées de plusieurs mois, et aussi, bien qu'ils y soient moins nombreux, dans les cultures sur carotte.

Les premiers débuts de l'apparition de ces organes s'observent au bout d'une vingtaine de jours à $+22°$, et d'une dizaine de jours à $+30°$. Au milieu des éléments du thalle, feutré en une sorte de membrane résistante et farcie d'innombrables chlamydospores, certaines hyphes se divisent brusquement en un bouquet de rameaux courts, digitiformes, plus ou moins accolés les uns aux autres, et incurvés dans divers plans; l'aspect général est celui d'un peloton irrégulier. Le contenu de ces rameaux, d'abord homogène et très réfringent, se sépare du thalle par une cloison basilaire, et se garnit de guttules oléagineuses; bientôt apparaissent des bourgeons latéraux de même calibre que les branches principales, et s'allongeant de même en rameaux enroulés autour du peloton primitif. Toutes ces hyphes prennent bientôt des cloisons plus ou moins rapprochées, qui présagent la formation de chlamydospores. Les choses continuent ainsi pendant plusieurs semaines, aboutissant à la constitution de masses arrondies visibles à l'œil nu, et dont quelques-unes font saillie à la surface de la culture après la tabescence des sporangiophores, tandis que d'autres demeurent immergées dans le feutre mycélien.

Les sclérotes complètement formés sont des sphéroïdes plus ou moins réguliers. Le diamètre varie entre 300^{μ} et 450^{μ}, la couleur est jaunâtre et la surface finement chagrinée. La consistance en est pierreuse; comprimés sous une lamelle, ils résistent au point d'en amener la rupture. Dans la partie centrale est enchatonnée une volumineuse concrétion d'oxalate de chaux qui en occupe la moitié ou même les deux tiers du diamètre; sur les coupes épaisses obtenues directement, cette masse minérale est fragmentée en blocs anguleux, lentement solubles sans effervescence dans les acides minéraux étendus. L'étude au compresseur ou par la méthode des coupes doit donc être précédée d'une décalcification. Le tissu de l'organe consiste en un pseudoparenchyme à éléments de calibre moyen (6^{μ} à 8^{μ}), coupés de cloisons rapprochées, et entremêlés de nombreuses chlamydospores. L'aspect de ces kystes est le même que

celui des chlamydospores mycéliennes, mais leur taille est très inégale (de 16^{μ} à 12^{μ} et 6^{μ}). Les plus petits ont une paroi peu épaisse et une section carrée; ils correspondent sans doute à des éléments récemment formés que la compression exercée par les tissus environnants a gênés dans leur développement. Le mycélium intercalaire est plus ou moins déformé; son contenu a presque disparu, ayant émigré dans les kystes. La structure des chlamydospores du sclérote est la même que celle des kystes mycéliens; on y trouve, comme dans ces derniers, un protoplasme réticulé, renfermant plusieurs noyaux entourés d'une aréole, ainsi que des corpuscules métachromatiques et des gouttes d'huile. Dans les sclérotes âgés, la membrane des hyphes devient friable et tend à se détruire dans les régions les plus externes : aussi la surface du sphéroïde est-elle légèrement pulvérulente. La germination n'a pu être observée ni sur l'organe entier ni sur les kystes isolés par dissociation.

L'existence de sclérotes chez une Mucorinée montre que, lorsqu'un thalle habituellement continu vient à se cloisonner en articles assez multipliés, il peut former des organes massifs de conservation, comme le fait le thalle normalement cloisonné des Champignons supérieurs.

MORPHOGÉNIE. — *Nouvelles expériences sur le rôle du muscle crotaphyte (temporal) dans la constitution morphologique du crâne de la face.* Note de MM. **R. Anthony** et **W.-B. Pietkiewicz**, présentée par M. Ed. Perrier.

En 1901, en vue d'études morphogéniques, l'un de nous avait effectué à la Station physiologique du Collège de France la résection d'un des muscles crotaphytes sur deux chiens nouveau-nés (R. Anthony, *Comptes rendus*, 23 novembre 1903). L'examen des animaux parvenus à l'âge adulte avait permis de constater un ensemble de modifications importantes au point de vue de l'influence des facteurs primaires sur la morphogénie du crâne et de la face.

En 1905, un savant étranger [K. Toldt, *Assym. Ausbild. der Schläfenmuskeln bei einem Fuchs infolge einseitiger Kautätigkeit* (*Anatomischer Anzeiger*, 1905)] eut l'occasion de vérifier l'exactitude des résultats publiés en 1903.

En septembre 1907, le Dr W.-B. Pietkiewicz répéta, dans le laboratoire du Dr Marie à Villejuif, les expériences de la Station physiologique (1901), en s'entourant de toutes les précautions nécessaires à la précision des résultats.

Il opéra sur deux chiens nouveau-nés : l'un d'eux est encore vivant et sera conservé jusqu'à sa vieillesse; l'autre vient d'être sacrifié à l'âge de 22 mois, à un âge sensiblement plus avancé par conséquent que celui des premiers sujets d'expérience.

Les modifications craniennes étaient absolument identiques à celles obtenues à la Station physiologique, tout aussi nettes, mais beaucoup plus accentuées; à savoir, du côté où avait été pratiqué la résection du crotaphyte : effacement complet de la crête pariétale; déviation de la crête sagittale; atténuation très nette des impressions digitales intracraniennes; amincissement de la paroi cranienne; rapprochement et augmentation de hauteur du zygome; diminution de volume du condyle articulaire de

la mandibule; légère diminution générale de volume de la branche mandibulaire, notamment de l'apophyse coronoïde; redressement de l'apophyse coronoïde.

Ces résultats, rapprochés également de ceux de l'observation de Toldt (1905), nous permettent de confirmer nos conclusions de 1903, de les compléter et de les généraliser.

Il semble donc que, actuellement, après ces quatre expériences concordantes, on puisse considérer comme démontré le rôle essentiel que joue, au cours du développement individuel, le muscle crotaphyte : 1° dans la production de la crête sagittale qui caractérise le crâne de certains animaux à muscles masticateurs puissants, comme on en rencontre parmi les Carnassiers et les Primates; 2° dans le modelage et l'écartement du zygome; 3° dans le modelage de la mandibule; 4° enfin dans l'évolution de l'encéphale par la pression qu'il exerce sur la boîte cranienne.

Le muscle crotaphyte semble donc être bien réellement, ainsi que M. Edmond Perrier et l'un de nous l'avaient déjà envisagé à maintes reprises, un facteur primordial dans la constitution des types organiques de Mammifères, et sa régression normale chez l'homme, coïncidant avec celle des muscles de la nuque, paraît devoir être regardée comme une des principales causes entrant en jeu dans l'établissement du type morphologique humain.

Les pièces justificatives de cette expérience sont conservées dans les Collections d'Anatomie comparée du Muséum d'Histoire naturelle.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Théorie de l'excitation électrique, précisée par l'étude de la diffusion au moyen d'un modèle hydraulique.* Note [1] de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

La cause prochaine de l'excitation réside dans la polarisation qui s'établit au point où le conducteur électrolytique constitué par les électrodes et le tissu se trouve cloisonné par une membrane cellulaire. On peut admettre comme acquis le principe de cette théorie proposée par Nernst [2]. Mais pour expliquer de cette manière l'action physiologique des différentes formes de courants, il est nécessaire de considérer quantitativement non seulement, comme l'a fait Nernst, la perturbation au voisinage immédiat

(1) Présentée dans la séance du 8 novembre 1909.
(2) *Académie des Sciences de Berlin*, 16 janvier 1908.

de la membrane, mais encore son retentissement par diffusion à distance de la membrane. Or l'équation totale du phénomène n'a pu jusqu'ici être intégrée pour le cas d'un courant constant précédé d'une période plus ou moins longue d'établissement progressif, cas très intéressant pour la Physiologie.

J'ai réalisé un modèle hydraulique de la diffusion qui permet d'obtenir par l'observation les grandeurs dont on a besoin pour cette étude.

Soit une série linéaire de vases verticaux, cylindriques, égaux et équidistants, communiquant à leur base chacun avec ses deux voisins par des tubes capillaires égaux. Quand un liquide passe de proche en proche dans la série de vases, la vitesse d'écoulement dans un tube quelconque est à chaque instant proportionnelle à la différence de niveau entre les deux vases réunis par ce tube (loi de Poiseuille); d'autre part le niveau dans chaque vase varie proportionnellement au volume de liquide gagné par ce vase. Il résulte de ces conditions que la propagation du liquide est soumise à la loi générale de la diffusion linéaire de Fourier, dont la loi de Fick, relative à la diffusion d'un corps dissous dans le cas d'une éprouvette cylindrique, est une autre application.

Des photographies de l'appareil, pendant une expérience, étant prises à intervalles égaux, chaque photographie fournit, par les hauteurs des colonnes liquides dans les vases successifs, une image mesurable de la concentration dans des couches équidistantes à un instant donné; et par le changement de hauteur de photographie en photographie, on a la courbe par points du changement de concentration en fonction du temps pour chacune de ces couches. En versant le liquide dans le premier vase, suivant une fonction déterminée du temps, on obtient les effets de la forme correspondante du courant électrique polarisant.

J'ai fait des observations : 1° sur le courant constant à début brusque; 2° sur le courant constant précédé d'une croissance linéaire; 3° sur le courant à croissance logarithmique, c'est-à-dire de la forme $A(1 - e^{-\alpha t})$.

Les résultats obtenus sur la première forme de courant s'accordent convenablement avec le calcul, qui est possible en ce cas d'après l'intégrale donnée par Nernst. Les résultats relatifs aux autres formes de courants peuvent donc inspirer confiance.

De ces observations, il résulte que tous les phénomènes de l'excitation rentrant dans les divers cas étudiés peuvent s'expliquer par la théorie suivante :

La condition quantitative de l'excitation est mesurée par le rapport des concentrations, d'une part à l'origine de la polarisation, d'autre part en un lieu séparé de cette origine par une distance déterminée (¹).

(¹) L'an dernier, faute de pouvoir effectuer un calcul précis, je pensais qu'il fau-

En d'autres termes, soit $c(o)$ le changement de niveau dans le premier vase; $c(n)$ le changement de niveau dans le vase de rang n, C le niveau au début de l'expérience, égal dans tous les vases; la fonction $R = \frac{C + c(o)}{C + c(n)}$ satisfait aux lois d'excitation observées en Physiologie. Avec la valeur donnée à n, on introduit une constante de temps qui rend compte des vitesses d'excitabilité différentes de tissu à tissu.

Le rapport de la perturbation à la concentration initiale, dans le cas de l'excitation électrique, est inconnu; on doit donc prendre C arbitrairement. Mais ce qu'il y a d'intéressant dans l'allure de R comme fonction du temps se retrouve quelle que soit la valeur donnée à C, pourvu que cette valeur ne soit ni extrêmement grande, ni extrêmement petite par rapport à $c(o)$.

a. Pour le courant constant à début brusque, indéfiniment prolongé, R passe par un maximum. Ainsi est expliqué, pour la première fois, le fait essentiel que le courant indéfiniment prolongé a produit tout son effet d'excitation au bout d'un temps fini.

b. Ce maximum de R est atteint en des temps qui croissent avec n.

En Physiologie, le temps au bout duquel le courant constant cesse d'agir est largement variable suivant le tissu considéré.

c. Si le courant constant ne passe que pendant un temps limité, il faut, pour obtenir au bout de ce temps toujours la même valeur de R, faire croître l'intensité à mesure que la durée de passage diminue. La loi précise qui relie à cette durée l'intensité nécessaire est exactement celle que j'ai indiquée pour l'excitation physiologique, loi voisine de la formule de l'hyperbole équilatère, mais s'en écartant dans un sens déterminé.

Nota. — Les résultats *a*, *b* et *c* sont obtenus indifféremment sur le modèle ou par le calcul sur la formule de Nernst.

d. Si le courant constant est précédé d'une phase d'établissement progressif notable, R n'atteint plus le maximum donné par le même courant à début brusque. Ainsi est expliqué, pour la première fois, le second fait essentiel de l'excitation électrique, à savoir qu'un courant progressif est moins excitant qu'un courant brusque.

e. La diminution relative du maximum de R est d'autant moins marquée, pour une phase d'établissement donnée, que l'on prend n plus grand.

---

drait compter la *différence* de concentration dans les deux lieux (*Comptes rendus*, 18 mai 1908; *Journal de Physiologie et de Pathologie générale,* juillet 1908). *Le rapport des concentrations* paraît d'ailleurs, au point de vue physico-chimique, constituer une condition causale plus vraisemblable du phénomène inconnu par lequel se déclenche l'activité nerveuse ou musculaire.

De même, en Physiologie, la diminution d'efficacité du courant progressif est d'autant moins marquée que le tissu a une excitabilité plus lente au point de vue *b*.

f. Si, pour acquérir une certaine intensité constante en un temps donné, le courant suit une progression logarithmique, le maximum atteint par R est plus petit que si la progression est linéaire. En Physiologie, la comparaison de ces deux formes de courant n'avait jamais été faite.

L'expérience m'a montré (sur le sciatique et le gastrocnémien de la grenouille) que, pour atteindre le seuil, il faut une intensité finale nettement plus grande avec un courant progressif logarithmique qu'avec un courant progressif linéaire.

Après l'accord avec les faits connus, cette vérification d'une conséquence imprévue de la théorie me paraît une sorte d'expérience cruciale.

MÉDECINE. — *Milieux artificiels atténuant ou exaltant la virulence du bacille de Koch.* Note de M. **Baudran**, présentée par M. d'Arsonval.

L'analyse du bacille tuberculeux, faite par Schweimtz et Darset (*Centralblat für klin. Med.*, 1891) prouve qu'un seul acide figure parmi les éléments constituants; l'acide phosphorique. Nous même (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 657) avons constaté, en outre, la présence de petites quantités de fer et de manganèse.

En raison de l'idée que nous avons du terrain tuberculeux (*Bulletin des Sciences pharmacologiques*, mars 1904) et de la nature albumosique de la toxine, nous avons préparé deux sortes de milieux: l'un contenant du fer, le second du manganèse.

1° *Milieu fer*. — La formule est la suivante :

	g
Glycérosphosphate de fer	0,20
Métaphosphate de soude	5
Citrate de soude	2
Glycérine	60
Albumoses Byla	10
Eau distillée	1000

Dissoudre les trois premières substances dans 200$^{cm^3}$ d'eau, faire bouillir, ajouter la glycérine, les albumoses, alcaliniser, compléter au volume de 1^{l} et stériliser à 100°. Ce liquide convient aussi bien pour cultures sur pommes de terre que pour celles en ballons.

Nous avons fait, pour avoir de suite de beaux voiles, des passages sur pommes de terre. Au bout de 3 ou 4 jours le développement commence. En 3 semaines, le voile couvre le liquide. La culture a l'aspect de gros bourgeons blanc jaunâtre.

Si nous prenons les voiles pour les porter sur des milieux entièrement liquides, ils manifesteront leur végétation en un temps aussi court; puis toute la surface est recouverte d'une couche épaisse en 4 semaines.

L'examen microscopique révèle que tous les bacilles sont très petits, altérés. Ils présentent la forme d'haltères dont les extrémités sont seules faiblement colorées par le Ziehl.

Une morphologie plus parfaite peut être observée après repiquages successifs.

Expérimentation physiologique. — Les premiers essais que nous avons entrepris, soit avec les bacilles, soit avec les liquides seuls de cultures, indiquent qu'on se trouve en présence d'un bacille fortement atténué. Il ne provoque aucune lésion apparente chez les cobayes. Les animaux ont pu ensuite supporter l'épreuve de cultures virulentes sans en être malades.

Ces faits permettraient de penser que le fer agit, vis-à-vis du bacille de Koch, dans le sens souhaité par Renon (*Maladies populaires*, 1907, p. 334). On peut le résumer ainsi : « Descendre la gamme de la virulence du microbe qui devient alors inoffensif pour l'organisme et permet à celui-ci de supporter des bacilles agissant comme des vaccins de plus en plus efficaces. »

Nous continuons, d'ailleurs, nos expériences dans le sens de la vaccination.

2° *Milieu manganèse.* — Dans le liquide précédent nous remplaçons le fer par quantité égale de phosphate de manganèse et nous opérons de la même façon. Les cultures poussent plus rapidement que sur le milieu fer. Cependant, il faut toujours compter 3 semaines pour obtenir un voile épais, abondant.

L'examen microscopique du bacille révèle les mêmes altérations morphologiques, encore plus probantes après plusieurs générations.

Expérimentation physiologique. — Les animaux qui reçoivent ou des liquides privés de corps bacillaires, ou des bacilles, meurent rapidement avec des symptômes que nous étudions actuellement. Ils perdent environ 25 à 30 pour 100 de leur poids.

MICROBIOLOGIE. — *Action des gaz putrides sur les microbes. (Cas de la levure.)* Note de MM. TRILLAT et SAUTON, présentée par M. Roux.

La vitalité des microbes soumis à l'action directe de l'air dépend de plusieurs facteurs, tels que l'humidité, la température, la lumière, la durée

d'exposition, etc. Ces influences ont été mises en évidence par un grand nombre d'auteurs, tels que Pasteur, Koch, Downes et Blunt, Tyndall, Jamieson, Duclaux, Roux, Büchner, Arloing, etc. Les travaux de Momont ont en particulier fait ressortir l'action combinée ou isolée de ces facteurs sur la bactéridie et les spores du charbon.

La connaissance de ces conditions d'existence des microbes est importante pour l'hygiène : c'est en nous plaçant à ce point de vue particulier que nous avons entrepris un travail destiné à compléter les observations de ces auteurs. Notre étude concerne l'action que peut exercer sur la vie des microbes la présence des gaz qui souillent communément l'atmosphère que nous respirons, et notamment celle des gaz putrides provenant de la décomposition animale (¹) ou végétale et de la respiration. En composant des atmosphères renfermant ces gaz d'origine variée, en quantités infinitésimales, et en y exposant des germes selon le mode opératoire décrit plus loin, nous avons constaté que l'air putride non seulement était capable d'activer le développement de certains germes, mais pouvait, dans quelques circonstances, prolonger leur existence. Nous donnons, comme premier exemple, les résultats que nous avons obtenus avec la levure alcoolique : la traduction de son activité par des poids d'alcool est un moyen rigoureux de se rendre compte de la marche des essais.

Mode opératoire. — Des levures alcooliques, délayées dans de l'eau distillée, étaient déposées sur des bandes de papier et suspendues dans des flacons de 2^l de capacité, renfermant, les uns de l'air normal, les autres de l'air souillé par l'introduction de quantités infinitésimales de gaz putride et provenant de la putréfaction de la viande ou du bouillon, de la vase ou de la respiration animale. L'alcalinité des milieux d'essais, quand on pouvait la constater, ne dépassait pas $0^g,0001$ par litre, exprimée en ammoniaque. Après un nombre d'heures variable d'exposition, les bandes de papier étaient ensemencées dans des décoctions sucrés de touraillons : après séjour à l'étuve, on procédait au dosage comparatif des liquides de fermentation. Les Tableaux suivants

---

(¹) Cette expression imprécise de *gaz putrides* ne correspond pas à un mélange défini : leur composition varie du commencement à la fin de la putréfaction. Dans nos essais, nous avons utilisé les gaz du début, correspondant à la période la plus alcaline : 10^g de viande hachée de bœuf, placés dans un flacon de 1^l dans une étuve à 30°, donnent après 24 heures une atmosphère putride pouvant servir à la composition de nos atmosphères d'essais. Le mélange est obtenu en transportant, au moyen d'une pipette, une petite quantité de cet air dans les flacons d'essai. Le moyen que nous indiquons de produire des gaz putrides par ensemencement de germes microbiens dans un bouillon stérile est plus rigoureux et permet de reproduire des mélanges gazeux de composition plus constante.

donnent les résultats en grammes pour 100 de plusieurs expériences faites avec de l'air, contenant des gaz provenant de la putréfaction de la viande de bœuf (I), et de celle du bouillon de bœuf décomposé sous l'influence du *B. coli commune* (II) et du *B. proteus*. Les conditions d'humidité, de température, de lumière et de neutralité étaient rigoureusement les mêmes pour tous les ballons. La durée d'exposition a varié de 6 à 24 heures.

	I.		II.		III.	
	Air témoin. P. 100.	Air souillé. P. 100.	Air témoin. P. 100.	Air souillé. P. 100.	Air témoin. P. 100.	Air souillé. P. 100.
Accélération	g 0,72	g 1,12	g 0,4	g 0,8	Levure tuée	g 1,68
	0,8	1,28	0,68	0,96	»	3,2
	0,72	1,12	2,24	2,72	»	1,68
	0,41	0,96	1,32	1,6	»	Levure vivante
	1,32	2,32	1,44	1,78	»	Levure vivante
	1,56	1,84	1,44	2,2	»	Levure vivante
Retard	1,27	1,11	1,76	1,6	g 2,88	Levure tuée
	1,45	1,19	2,96	2,4	1,68	Levure tuée
	3,2	1,44	2,96	2,48	1,28	Levure tuée

Des résultats analogues ont été obtenus avec les gaz provenant de la putréfaction végétale et de la respiration animale. Le Tableau III correspond à des essais comparatifs, faits à la lumière : il démontre l'effet protecteur des gaz putrides, à faibles doses.

Enfin, les mêmes Tableaux indiquent que les résultats sont diamétralement opposés, quand la proportion de gaz putrides est élevée (comme celle qui correspond au $\frac{1}{10000}$ par exemple), ou lorsque la durée de l'exposition est trop prolongée (4 jours dans les essais cités).

Plusieurs hypothèses peuvent être invoquées pour expliquer ces faits expérimentaux. On peut notamment faire rentrer les accélérations constatées dans la loi générale des antiseptiques, qui, à faibles doses, jouent le rôle d'excitants. L'hypothèse de Duclaux qui fait d'un antiseptique un aliment [1] semble particulièrement confirmée dans notre cas, puisque les gaz expérimentés renferment, comme on l'a démontré, à l'état de combinaisons, outre le carbone et l'hydrogène, de l'azote, du soufre et du phosphore, c'est-à-dire les éléments constitutifs de la cellule.

La nature de l'alcalinité du milieu gazeux, quoiqu'elle soit extrêmement faible dans nos expériences, peut être aussi invoquée comme protégeant le

(1) Duclaux, *Traité de Microbiologie*, t. I, p. 238.

protoplasma, contre certaines altérations résultant de la lumière ou de l'oxygène de l'air.

Parmi les germes pathogènes que nous avons étudiés, plusieurs se sont comportés dans l'air putride de la même manière que les levures; nous ferons prochainement connaître nos observations sur ce sujet.

SISMOLOGIE. — *Tremblement de terre du 10 novembre 1909.* Note de M. **Alfred Angot.**

Une nouvelle perturbation microsismique de grande importance a été enregistrée sur les deux sismographes du Parc Saint-Maur dans la matinée du 10 novembre.

Le début, extrêmement net, a lieu à $6^h 26^m 4^s$ (temps moyen de Greenwich) sur les deux composantes. Le commencement des deuxièmes oscillations préliminaires ne peut être fixé aussi exactement; on l'a évalué à $6^h 35^m 42^s$ pour la composante NS et à $6^h 35^m 55^s$ pour la composante EW.

Les grandes oscillations ont leur maximum de $7^h 5^m$ à $7^h 10^m$ pour la composante NS. Elles ont une amplitude beaucoup plus grande sur la composante EW, où elles présentent trois maxima successifs à $7^h 6^m$, $7^h 9^m 45^s$ et $7^h 10^m 45^s$; sur le tracé du sismographe Bosch-Mainka, l'amplitude dépasse alors 10^{mm}.

Les dernières traces de mouvements ne dépassent guère $7^h 45^m$.

La distance calculée pour l'épicentre serait d'environ 8700^{km}. D'après les renseignements encore assez vagues qu'ont donnés les journaux, ce tremblement de terre aurait une origine sous-marine et se serait produit dans la mer des Antilles.

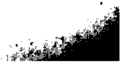
MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations faites au cours de la mission Tilho.* Note de M. **Audouin**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

Sur les Cartes magnétiques du globe les plus récentes, la représentation des éléments est encore fréquemment figurée d'une façon hypothétique en diverses régions, notamment dans l'Afrique centrale. Les résultats rapportés par la mission Tilho, obtenus à l'aide d'appareils comparés à ceux de l'Observatoire magnétique du Parc Saint-Maur, viennent heureusement combler cette lacune pour une immense région, couvrant un parcours de plus de 1600^{km} de l'Ouest à l'Est.

Les déclinaisons relevées dans toute la région parcourue contribueront à préciser dorénavant le tracé des isogones à travers le Soudan, fournissant ainsi aux explorateurs futurs les moyens d'orienter les plans à la boussole, en tenant simplement compte de la variation séculaire.

Le Tableau ci-dessous fournit, pour le 1er janvier 1908, les valeurs absolues des éléments magnétiques déterminés par la Mission :

Stations.	Longitude E.	Latitude N.	Déclinaison occidentale.	Composante horizontale.	Inclinaison.
			A. — *Dahomey*.		
Cotonou	0°.06′.13″	6°.21′.30″	14°.25′.0″	0,31532	»
Parakou	0.17	9.21	13.38.2	0,32280	»
Kandi	0.33.36	11.07.30	13.07.6	0,32884	»
Carimama	0.48.30	12.04.05	12.47.7	0,32556	»
			B. — *Du Niger à Zinder*.		
Niamey	0.13.45	13.30.15	12.51.5	0,32780	11°.07′
Gaya	1.02	11.52.49	12.54.4	0,32591	»
Dioundiou	1.09.26	12.37.21	12.31.5	0,32518	»
Yélou	1.12	12.15.35	12.37.8	0,32623	»
Bengou	1.12.15	11.59.45	12.38.6	0,32456	»
Tounouga	1.13	11.48.03	12.42.8	0,32577	»
Bébey	1.32	12.53.19	12.21.4	0,32580	»
Tagouan	1.36	13.42	11.57.8	0,32625	»
Dogondoutchi	1.41.34	13.38.21	»	»	12.29
Birni-n'Konni	2.55.26	13.47.08	11.38.0	0,32771	»
Arzarori	3.32.15	14.08.15	11.20.7	0,32767	12.52
Sabon' Birni	3.58.16	13.34.18	10.55.2	0,32370	»
Tibiri	4.40.27	13.34.12	10.58.8	0,32779	10.18
Aguié	5.25.35	13.30.45	10.42.3	0,32850	»
Zinder	6.37.45	13.48	10.26.7	0,33144	10.02
			C. — *De Zinder au lac Tchad*.		
Dungass	6.58.12	13.03.57	10.27.8	0,33069	»
Kômi	7.45.59	13.21.12	10.01.4	0,33021	»
Gouré	7.54.47	13.59.13	9.54.8	0,32899	9.55
Zoumba	8.52.52	13.25.30	9.39.1	0,33069	»
Adebour	9.29.43	13.18.29	9.35.3	0,33170	»
Kabi	10.04.25	13.17.23	9.24.1	0,32970	»



D. — *Lac Tchad et pays à l'est du Tchad.*

Stations.	Longitude E.	Latitude N.	Déclinaison occidentale.	Composante horizontale.	Inclinaison.
N' Guigmi	10°44'22"	14°15'31"	9°01'2"	0,33220	9°50'
Bosso	10.56.10	13.41.49	8.59.4	0,33004	»
Kouloa	11.31	14.14.35	8.48.5	0,33142	9.35
Bol	12.17.21	13.27.24	8.40.2	0,33284	»
Fort-Lamy	12.42.00	12.06.36	8.46.4	0,33370	»
Mao	12.56.24	14.07.39	8.18.6	0,33294	8.45
Hangara	13.04.23	16.08.13	8.05.7	0,33181	»
Ziguei	13.22.44	14.43.07	8.05.7	0,33199	»
Hacha	14.01.17	15.41	7.51.2	0,33469	»
Am Raya	14.06.26	14.08.05	8.03.4	0,33554	»
Aourak	14.09.36	14.52.45	7.56.6	0,33187	»
Torodoum	14.10.43	16.30.28	7.45.7	0,33293	»
Korou (Koro Kidinga)	14.31.47	16.58.25	7.41.5	0,33456	»
Gouradi	14.45.19	16.23.49	7.40.7	0,33393	»

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le fonctionnement du barrage électrique de la Vienne pendant l'année* 1909. Note de M. DE BEAUCHAMP, présentée par M. J. Violle.

Le barrage électrique, dont je soumettais l'ordonnance à l'Académie dans sa séance du 5 juillet dernier, a fonctionné cet été de la manière la plus satisfaisante. Au poste de Saint-Julien-l'Ars, qui a affirmé encore cette année son efficacité reconnue depuis 10 ans, étaient venus s'ajouter ceux de Chauvigny (dans la vallée de la Vienne), de Pesay-le-Sec (sur un plateau aride dévasté constamment par la grêle et les orages) et de Saint-Savin (dans la vallée de la Gartempe). Le poste de Pesay-le-Sec a été construit entièrement par M. le général de Négrier : c'est un pylone en fer avec conducteur constitué par une lame de cuivre aboutissant à une vaste mare toujours pleine d'eau. Les deux autres postes ont été établis par le Comité de défense contre la grêle de la Vienne aidé des subventions des communes et du département. On y a mis à profit de hauts clochers le long desquels on a établi les *lames de cuivre* aboutissant à des *nappes d'eau :* ces deux points caractérisent essentiellement le système.

La manière de terminer en haut les paratonnerres (par un rateau en cuivre comme à Pesay-le-Sec, par des lames en feuilles d'aloès disposées

tout le long de la tige comme à Chauvigny) est secondaire. De même l'écartement des postes à 10^{km}, d'après la largeur de la zone protégée à Saint-Julien-l'Ars, pourra être modifiée, suivant les résultats de l'expérience (¹).

Dans cette année de 1909, le barrage ayant donné pleine satisfaction (²), le Comité conclut à sa continuation à travers la France de la Pointe des Baleines dans l'île de Ré jusqu'à Bourges et au delà (³), s'il trouve l'aide nécessaire.

OCÉANOGRAPHIE. — *Résumé de quelques observations scientifiques faites sur les côtes de la Mauritanie de* 1905 *à* 1909. Note de M. A. **Gruvel**, présentée par M. E. Perrier.

Au cours des différentes missions que nous avons remplies sur les côtes de la Mauritanie saharienne, depuis 1905 jusqu'à cette année, nous avons pu faire un certain nombre d'observations scientifiques qui, grâce à leur multiplicité, permettent, croyons-nous, de tirer des conclusions intéressantes que nous allons résumer ici.

Climat. — Le climat de la Mauritanie occidentale est soumis à deux régimes différents. La partie qui avoisine le fleuve Sénégal et qui s'étend vers le Nord jusqu'à la hauteur du cap Timiris (Mirik des Cartes) est le régime sénégalien, de plus en plus atténué à mesure que l'on se rapproche du Nord. Il correspond à la zone botanique *sahélienne*.

(¹) La hauteur a été fixée de 40^m ou 50^m au minimum au-dessus du niveau général du sol. Ainsi à Saint-Savin la vallée est très profonde, mais le clocher, qui a près de 100^m de hauteur, domine de plus de 40^m le plateau environnant.

(²) Je citerai seulement cet extrait des observations faites à Pesay-le-Sec le 24 avril 1909 :

« Le tonnerre a commencé à gronder pour ne cesser que vers 3^h. La nuée était très menaçante. Il a semblé que les nuages se partageaient au-dessus du paragrêle pour se diriger une partie au SSE vers Leignes et l'autre au NE vers la Puge. En fait, il a grêlé ailleurs, tandis qu'il ne tombait que de l'eau à Pesay-le-Sec. »

(³) A Paris, en particulier, avec la tour Eiffel (munie des conducteurs nécessaires jusqu'à la Seine), le Panthéon et Montmartre (convenablement agencés), on pourrait à peu de frais avoir une protection très grande, sinon totale.

Autour de la baie du Lévrier, le régime est caractérisé par l'absence presque complète de pluies et de tornades véritables et l'abondance des rosées nocturnes : c'est la zone *saharienne*.

Les courbes hygrométriques sont caractérisées, dans cette dernière région, par une baisse lente à partir de 6^h à 8^h du matin, qui devient rapide jusque vers les 3^h du soir, où l'air atteint son maximum de siccité. C'est aussi le moment le plus chaud de la journée.

Puis, entre 3^h et 5^h du soir, par suite, généralement, d'un coup de vent d'Ouest, l'aiguille remonte brusquement pour atteindre son point maximum vers les 3^h ou 4^h du matin.

Cette humidité extrême des nuits et l'abondance des rosées qui en résultent permettent aux plantes diverses, surtout des salicornes et des graminées, de rester un peu vertes malgré l'absence de pluies sérieuses.

Depuis le mois de décembre 1906, la première véritable ondée est tombée dans la région de la baie du Lévrier, seulement le mois dernier, c'est-à-dire près de 3 ans après.

Courants de surface. — Le grand courant Nord-Sud qui longe la côte de Mauritanie, connu sous le nom de *courant des Canaries*, présente des températures de plus en plus élevées à mesure que l'on se dirige de l'Est à l'Ouest. La moyenne des températures du courant côtier froid est de 18° à 19°C.; celle du courant tiède, plus au large, est de 22° à 24°C., et celle du courant chaud de 27° à 28°C.

Dans le méridien de la Pointe des Almadies, le courant porte généralement droit au Sud; mais si l'on pénètre à l'est de ce méridien, le courant porte à terre; au large, au contraire, si l'on se trouve à l'ouest du méridien indiqué.

En dehors du courant principal il existe sur la côte, particulièrement dans la région du banc d'arguin et de la baie du Lévrier, des courants de marée réguliers qui tantôt augmentent, tantôt diminuent la vitesse du courant principal, qui n'atteint pas, en moyenne, 1 nœud à l'heure.

Au moment du flot, et particulièrement quand les vents viennent du NO ou de l'O, il se produit, le long des accores du banc d'Arguin, un contre-courant qui peut atteindre, parfois, une vitesse de 18 à 20 milles en 24 heures.

Densités. — L'expédition du *Challenger* a fixé la moyenne de la densité des eaux

de toute la côte occidentale d'Afrique à 1,0265. Cette densité nous paraît généralisée à une région beaucoup trop vaste et être un peu trop faible.

De très nombreuses mesures entre le cap Blanc et les Almadies, nous avons obtenu une moyenne de 1,0268, correspondant à une salinité de 37g,04. Mais cette salinité est beaucoup plus considérable en certains points. Dans la baie de Causado elle varie de 38g à 41g; dans la baie de Hann, de 43g à 50g.

Dans l'un des marigots de Hann, dont la salinité atteignait en moyenne 50g, nous avons rencontré, à l'état vivant, des poissons réputés d'eau douce, appartenant aux genres *Chromis* et *Tilapia*.

La salinité moyenne de la mer entre Dakar et l'embouchure du Rio Geba a été trouvée égale à 42g,41 correspondant à une densité de 1,034.

Plankton. — Les mouvements d'eau considérables qui se produisent sur la côte saharienne, renouvelant incessamment les matières dissoutes, sont éminemment favorables au développement du phytoplankton, qui permet à son tour la production intense d'animaux pélagiques.

Certaines espèces d'algues, comme le *Stephanopyxis turris* Grèv., sont parfois en telle abondance que les embryons de certains poissons, comme les anchois, par exemple, dont nous avons nettement reconnu les œufs, nagent dans une véritable purée de ces plantes microscopiques dont ils peuvent se gorger sans effort dès qu'ils ont résorbé leur vésicule ombilicale.

Quant au zooplankton, il est formé d'êtres extrêmement nombreux, mais certaines espèces dominent de beaucoup par leur quantité extraordinaire.

Ce sont, parmi les principales et par ordre décroissant : des *Saggitta* de tailles très différentes, puis des Copépodes (*Paracartia spinicaudata* Scott et aussi *Calanus brevicornis* Lub.), des Appendiculaires (genre *Oikopleura*), des œufs de *Clupœidœ* et enfin des zoés et nauplius de Crustacés.

En résumé, les conditions biologiques particulièrement favorables (température de l'air et des eaux, abondance de nourriture dans les fonds comme à la surface, etc.), ont permis le développement, sur les côtes de Mauritanie, d'une faune marine extrêmement intéressante autant par la diversité des espèces que par le nombre des individus.

M. **Albert Nodon** adresse une Note intitulée : *Recherches sur l'action électrique des sources thermo-minérales.*

M. Gilly adresse une Note intitulée : *Sur l'oxyde d'antimoine employé comme succédané de la céruse.*

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences de courbes et sur les surfaces normales aux droites d'un complexe.* Note (¹) de M. G. DARBOUX.

5. Les résultats analytiques que nous avons établis directement dans notre récente Communication se déduiraient aisément de la théorie générale de l'équation de Pfaff. Après les avoir obtenus, appliquons-les aux problèmes de Géométrie que nous avons en vue.

Les notions de congruence rectiligne et de complexe rectiligne ont été introduites, comme on sait, par Plücker; mais avant lui, comme on le sait aussi, l'étude de ces assemblages de droites avait fait l'objet de plusieurs travaux. C'est ainsi qu'en Optique géométrique, la considération des faisceaux de rayons lumineux avait fait connaître déjà un grand nombre de belles propriétés de ce que nous nommons aujourd'hui des *congruences rectilignes*. Plusieurs géomètres, parmi lesquels il faut citer Malus, ont envisagé des assemblages plus étendus encore, en imaginant que, de chaque point de l'espace, on fasse partir un rayon dont les cosinus directeurs sont des fonctions quelconques des coordonnées de ce point. On obtient ainsi en général des assemblages de droites qui dépendent de trois paramètres, c'est-à-dire des *complexes rectilignes*, mais avec cette particularité qu'à chaque droite du complexe est rattaché un point pris sur cette droite. Cette association d'un

---

(¹) Voir le numéro précédent des *Comptes rendus*, t. CXLIX, 15 novembre 1909, p. 817.

point et d'une droite donne naissance à différentes questions qui ont été examinées successivement par les anciens géomètres.

D'abord, on peut remarquer que, si X, Y, Z désignent les cosinus directeurs de la droite passant par le point de coordonnées rectangulaires x, y, z, les équations différentielles (1) détermineront une congruence de courbes dont les droites considérées seront les tangentes.

On voit de plus que, si l'équation de condition (4) est satisfaite, les courbes, et par conséquent aussi leurs tangentes, seront normales à une famille de surfaces qu'on obtiendra par l'intégration de l'équation aux différentielles totales

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = 0;$$

je rappellerai ici l'interprétation géométrique que j'ai donnée de la condition (4) dans mes *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, p. 262 (note).

Soient M un point de l'espace et M′ un point infiniment voisin; on sait que le lieu des directions MM′ telles que les droites relatives à M et à M′ forment un élément de surface développable est un cône du second degré que nous appellerons *cône de Malus*. Cela posé, voici l'interprétation géométrique de la condition (4) : elle exprime que le cône de Malus est équilatère, c'est-à-dire contient une infinité de trièdres trirectangles.

6. Quand la condition (4) n'est pas vérifiée, c'est-à-dire quand le cône de Malus n'est pas équilatère, on peut affirmer que les courbes définies par les équations différentielles (1) n'admettent pas de surfaces trajectoires orthogonales formant une famille. Il semblait bien qu'il en serait de même des droites qui leur sont tangentes. Mais, dans un travail présenté à l'Académie des Sciences en 1861 et inséré à la page 195 du 38e Cahier du *Journal de l'École Polytechnique* sous le titre suivant : *Mémoire sur les propriétés d'un ensemble de droites menées de tous les points de l'espace, suivant une loi continue*, Abel Transon a montré au contraire que, quel que soit l'ensemble de droites considéré, il y a toujours une infinité de moyens de grouper les droites de cet ensemble de manière qu'elles deviennent les normales d'une famille de surfaces.

Il n'est pas nécessaire, en effet, de supposer que le point (x, y, z) soit le pied de la normale aux surfaces cherchées. On peut admettre que ce pied de la normale sera tout autre point de la droite, par exemple celui dont les coordonnées seront

$$x - \alpha X, \qquad y - \alpha Y, \qquad z - \alpha Z,$$

α étant une fonction à déterminer. Alors l'équation aux différentielles

totales à laquelle on sera conduit sera

$$X\,d(x-\alpha X)+Y\,d(y-\alpha Y)+Z\,d(z-\alpha Z)=0, \tag{19}$$

et l'équation qu'il s'agira de vérifier sera

$$X\,d(x-\alpha X)+Y\,d(y-\alpha Y)+Z\,d(z-\alpha Z)=\beta\,d\gamma. \tag{20}$$

Si l'on tient compte de la relation entre les cosinus

$$X^2+Y^2+Z^2=1, \tag{21}$$

on voit que la résolution du problème proposé se ramènera à celle de l'identité

$$X\,dx+Y\,dy+Z\,dz=d\alpha+\beta\,d\gamma, \tag{22}$$

que nous avons envisagée précédemment dans toute sa généralité. Nous avons vu comment on déterminait les fonctions α, β et γ.

La résolution du problème posé par Transon exigera d'abord l'intégration de l'équation aux dérivées partielles (6). Mais il résulte des propriétés que nous avons données plus haut que, lorsqu'on aura obtenu une solution du problème, toutes les autres pourront s'obtenir par des formules qui ne comporteront aucune intégration et contiendront une fonction arbitraire de deux variables accompagnée de ses dérivées premières.

7. C'est là le résultat que j'avais énoncé en 1870, mais je dois dire que j'y avais été conduit, non par la méthode analytique précédente, mais par de pures considérations géométriques. Voici quel était le raisonnement qui m'avait donné la proposition :

Imaginons un complexe de droites, et supposons qu'on veuille déterminer toutes les surfaces dont les normales sont des droites du complexe. Si l'équation d'une de ces surfaces est

$$z=f(x,y), \tag{23}$$

et si l'on désigne, suivant l'usage, par p et q les dérivées de z, on sera évidemment conduit à une équation

$$F(x,y,z,p,q)=0.$$

On peut même préciser et dire que cette équation aux dérivées partielles sera toujours réductible à la forme

$$F(x+pz,\ y+qz,\ p,\ q)=0. \tag{24}$$

Il résulte évidemment de la nature même du problème proposé que, si

l'on a une solution particulière de l'équation aux dérivées partielles, représentant une surface (S), on pourra toujours en déduire une solution plus générale, *contenant une constante arbitraire*, en prenant une surface (S') quelconque parallèle à (S). Car (S) et (S') admettent les mêmes normales.

De là il suit immédiatement que, si l'on a une solution de l'équation (24) contenant une constante arbitraire

$$z = f(x, y, a), \tag{25}$$

et définissant une famille de surfaces normales à *toutes* les droites du complexe, on pourra en déduire, en remplaçant l'une quelconque de ces surfaces par une de celles qui lui sont parallèles, une solution *qui contiendra une constante de plus*, c'est-à-dire une intégrale complète

$$z = \Phi(x, y, a, b) \tag{26}$$

de l'équation aux dérivées partielles proposées. Alors l'application de la méthode de Lagrange fournira l'intégrale générale.

Il suffira de poser

$$b = f(a)$$

et de prendre l'enveloppe de la surface représentée par l'équation (26) lorsqu'on fera varier a. Si l'on veut obtenir, non plus une surface isolée, mais une famille de surfaces, il faudra introduire une constante dans l'expression de $f(a)$, qui deviendra, par exemple, $f(a, h)$. Cela fournira la fonction de deux variables employée dans notre solution analytique.

8. Je reviens maintenant à cette première solution pour donner un théorème qui s'y rattache directement. Considérons les normales à une famille de surfaces représentées par l'équation

$$\sigma(x, y, z) = \text{const.}, \tag{27}$$

et proposons-nous d'appliquer ici les méthodes des nos 2 et 3. Si nous posons

$$\Delta\sigma = \left(\frac{\partial\sigma}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\sigma}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\sigma}{\partial z}\right)^2, \tag{28}$$

nous aurons ici

$$X = \frac{1}{\sqrt{\Delta\sigma}}\frac{\partial\sigma}{\partial x}, \qquad Y = \frac{1}{\sqrt{\Delta\sigma}}\frac{\partial\sigma}{\partial y}, \qquad Z = \frac{1}{\sqrt{\Delta\sigma}}\frac{\partial\sigma}{\partial z}, \tag{29}$$

et notre forme fondamentale deviendra

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = \frac{1}{\sqrt{\Delta\sigma}}\,d\sigma.$$

Elle se présente immédiatement sous une forme typique pour laquelle on aurait

$$\alpha = 0, \qquad \beta = \frac{1}{\sqrt{\Delta\sigma}}, \qquad \gamma = \sigma.$$

Pour obtenir les autres formes typiques, il faudra prendre en particulier

$$\alpha' = F(\beta, \gamma) = f(\sigma, \Delta\sigma).$$

Et de là résulte le théorème suivant :

Étant donnée une famille de surfaces (Σ) *représentée par l'équation*

$$(30) \qquad \sigma(x, y, z) = \text{const.},$$

si l'on porte sur la normale à la surface qui passe en un point M *une longueur* MM' *ayant pour expression*

$$(31) \qquad MM' = \alpha = F(\sigma, \Delta\sigma),$$

les points M' *sont aux normales dans la même relation que les points* M, *c'est-à-dire qu'on peut les distribuer sur une famille de surfaces ayant les mêmes normales que les surfaces* (Σ).

Pour obtenir toutes ces familles, c'est-à-dire pour résoudre l'équation

$$(32) \qquad \frac{d\sigma}{\sqrt{\Delta\sigma}} = d\alpha + \beta\, d\gamma,$$

il faut prendre, conformément à la théorie générale,

$$(33) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \alpha = F(\sigma, \gamma), \\ \beta = -\dfrac{\partial F}{\partial \gamma}, \qquad \dfrac{1}{\sqrt{\Delta\sigma}} = \dfrac{\partial F}{\partial \sigma}. \end{array} \right.$$

9. Je terminerai ces remarques en faisant une simple application. On sait que les normales aux surfaces homofocales définies par l'équation

$$(34) \qquad \frac{x^2}{a-\lambda} + \frac{y^2}{b-\lambda} + \frac{z^2}{c-\lambda} - 1 = 0$$

forment un complexe dont les propriétés ont été reconnues et étudiées par Chasles. Les droites de ce complexe coupent les trois plans principaux et le plan de l'infini en quatre points dont le rapport anharmonique est constant.

Cherchons toutes les surfaces normales aux droites de ce complexe. Il y a d'abord les surfaces homofocales, dont l'équation en coordonnées tangentielles est

$$u^2(a-\lambda) + v^2(b-\lambda) + w^2(c-\lambda) = p^2.$$

Il y a ensuite les surfaces parallèles à ces surfaces homofocales, dont l'équation en coordonnées tangentielles est de même

$$(35)\qquad u^2(a-\lambda)+v^2(b-\lambda)+w^2(c-\lambda)=\left(p+h\sqrt{u^2+v^2+w^2}\right)^2.$$

Cette équation contient deux constantes arbitraires λ et h. Il suffira donc de poser

$$h=\varphi(\lambda);$$

puis d'éliminer λ entre l'équation précédente et sa dérivée par rapport à λ pour obtenir l'équation en coordonnées tangentielles de la surface la plus générale admettant pour normales les droites du complexe de Chasles.

On sera ainsi conduit, on le reconnaîtra aisément, à une équation de la forme

$$(36)\qquad au^2+bv^2+cw^2=(u^2+v^2+w^2)\varphi\left(\frac{p}{\sqrt{u^2+v^2+w^2}}\right).$$

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les vraies causes de la prétendue parthénogenèse électrique*. Note de M. **Yves Delage**.

Pour expliquer la genèse des expériences dont il va être question ici, il est nécessaire de rappeler en quelques mots les résultats auxquels j'étais arrivé antérieurement.

En 1907 (*Comptes rendus* du 22 juillet), j'ai montré que les œufs de l'Oursin *Paracentrotus lividus* se développaient sans fécondation si on les soumettait, en un véhicule approprié (mélange d'eau de mer et d'une solution de NaCl ou de saccharose isotonique à la première), à deux traitements successifs, l'un d'une demi-heure par un acide quelconque (pourvu qu'il ne fût pas toxique par lui-même), acétique, chlorhydrique, sulfurique, azotique, oxalique, formique, etc.; l'autre de 1 heure par un alcali, potasse, soude, ou, de préférence, ammoniaque. Tous les acides ou alcalis étant équivalents entre eux (sauf la réserve de toxicité spéciale faite plus haut) comme agents de parthénogenèse, j'ai pensé naturellement que leur action était due à ce qu'ils avaient de commun, c'est-à-dire à la fonction acide ou alcali représentée par les ions H et OH. Ces ions portant les premiers une charge positive, les seconds une charge négative, il m'est venu à la pensée que leur action pouvait être due à ces charges plutôt qu'à leur présence en tant que substances chimiques, et que peut-être on pourrait obtenir le développement

parthénogénétique en soumettant les œufs aux effets successifs d'une charge +, puis d'une charge — dans un condensateur électrique. Cette idée m'était venue l'année dernière vers la fin de la saison, en sorte qu'il ne me restait que bien peu de temps pour la soumettre à une vérification expérimentale avant que les Oursins aient cessé de fournir des œufs. J'ai donc dû installer les expériences nécessaires avec les appareils de fortune, forcément imparfaits, que l'on peut fabriquer dans un Laboratoire de Zoologie mal pourvu d'instruments de physique. J'ai fabriqué des condensateurs ne donnant en apparence aucun passage au courant. Les œufs soumis dans ces condensateurs (*Comptes rendus* du 28 septembre 1908) à l'action successive des charges électriques + et — se sont développés parthénogénétiquement, vérifiant ainsi, au moins en apparence, la théorie qui avait provoqué l'expérience. Néanmoins, je n'étais pas certain que mes condensateurs fussent assez étanches pour ne laisser passer aucun courant de fuite déterminant par électrolyse des modifications chimiques responsables du résultat. Aussi, à peine revenu à Paris, mon premier soin a-t-il été de vérifier mes condensateurs sous ce rapport. Ils se sont montrés très résistants (au moins 20 mégohms), et le calcul m'a montré que les quantités d'acide et d'alcali libérées aux électrodes par un tel courant pendant la durée de leur action paraissaient beaucoup trop faibles pour que le résultat pût leur être imputé.

Néanmoins, ce n'était pas là une démonstration absolue de l'action des charges électriques sans courant et je n'ai tiré des conclusions de ces expériences qu'avec les réserves nécessaires. Pour les recommencer dans des conditions irréprochables j'ai fabriqué pendant l'hiver dernier des condensateurs rigoureusement étanches, formés d'une cuvette de verre mince tapissée en dessous d'une feuille d'étain et contenant l'électrolyte qui formait l'armature interne. Le tout était, en outre, soigneusement paraffiné. Dès que le retour de la belle saison eut mis entre mes mains des Oursins pourvus de leurs produits sexuels mûrs, j'ai recommencé avec ces nouveaux condensateurs les expériences de l'année précédente et constaté que les œufs restaient insensibles aux charges électriques et à leurs variations (¹).

(¹) J'ai fait aussi des condensateurs à lame d'air, formés de deux lames métalliques horizontales très voisines, les œufs étant déposés sur la lame inférieure dans une goutte d'eau large et très étalée. J'en ai fait d'autres où l'électrolyte contenant les œufs était compris sous forme de lame mince entre deux lames de mica tapissées d'une feuille d'étain sur leur face opposée.

J'ai fait varier la source de charge de 110 volts jusqu'à un voltage très élevé, par le moyen d'une petite bobine capable de fournir des étincelles de plusieurs centimètres

Si ce ne sont pas les charges qui agissent, c'est donc le courant. J'ai alors repris les expériences en intercalant, sur le courant de 110 volts dont je disposais, des résistances permettant de le graduer à volonté, pour se rapprocher autant que possible des conditions réalisées par mes condensateurs de l'année précédente.

Il fallait d'abord savoir si le courant agissait par lui-même ou par les modifications chimiques, conséquences de l'électrolyse. Pour cela, j'ai éliminé cette dernière au niveau des œufs au moyen d'électrodes impolarisables, zinc et chlorure de zinc.

L'hypothèse n'était pas absurde que le courant *par lui-même* pût donner quelques résultats. Les œufs étaient contenus dans un long tube plein d'eau de mer sucrée constituant une résistance notable et homogène le long de laquelle s'opérait graduellement la chute de potentiel, en sorte qu'un œuf situé dans cette eau de mer sucrée se trouvait avoir ses deux pôles anodal et cathodal à des potentiels très peu, mais quelque peu différents, ce qui pouvait suffire à déterminer une distribution bipolaire de ses granules colloïdes positifs et négatifs et à produire ainsi en eux ce trouble de la symétrie autour d'un centre unique qui est la condition de leur segmentation.

L'expérience n'a pas vérifié cette vue : les œufs sont aussi insensibles au courant électrique qu'aux charges électriques.

Quand, par la suppression des électrodes impolarisables, on laisse le courant produire ses effets d'électrolyse au niveau des œufs, ceux-ci se montrent touchés, sans doute par les acides et les alcalis libérés aux électrodes. Il apparaît un certain nombre de segmentations irrégulières et quelques larves arrivent à éclore; mais le succès est extrêmement médiocre en raison certainement de la trop faible quantité et de la mauvaise répartition des acides et des alcalis fournis par le courant.

---

et fournissant un courant non alternatif, mais interrompu. J'ai fait varier aussi la durée d'action dans des limites très étendues. J'ai fait agir les charges positive et négative soit seules, soit successivement dans l'un ou l'autre ordre; tout cela sans succès, les résultats étant très médiocres et d'une irrégularité déconcertante, au point qu'il m'a paru légitime de les attribuer, non aux charges électriques, mais à des conditions accessoires.

Dans un seul cas, j'ai obtenu une éclosion superbe sans avoir pu trouver la moindre faute opératoire qui pût l'expliquer par une contamination; il reste donc, à la rigueur, possible que dans certaines conditions de charge, de durée ou d'état des œufs, les charges électriques déterminent la parthénogenèse. Mais, comme je n'ai jamais pu obtenir la répétition de ce succès, je n'en veux tenir compte que pour exprimer la réserve qu'on vient de lire.

Si ni les charges électriques, ni le courant, soit par lui-même, soit par ses effets électrolytiques, ne se montrent capables de reproduire les résultats fournis par mes condensateurs non étanches, à quoi étaient dus ces résultats ?

Une remarque m'a mis sur la voie de l'explication.

Le 3 septembre, j'avais installé une expérience avec le courant à électrodes impolarisables, disposant en série six petites cuvettes communiquant entre elles par des tubes en U renversés remplis d'eau de mer sucrée. Les quatre cuvettes moyennes (2 à 5) contenaient aussi de l'eau de mer sucrée et des œufs d'oursins; les deux cuvettes extrêmes (1 et 6) contenaient une solution concentrée de $ZnCl^2$ où plongeait une électrode en zinc. Or, tandis que les deux cuvettes du milieu (3 et 4) ne fournirent aucune éclosion, il se trouva un certain nombre de larves dans les deux cuvettes (2 et 5) voisines de celles (1 et 6) où plongeaient les électrodes. Cette différence me parut ne pouvoir s'expliquer que par la diffusion d'une minime quantité de chlorure de zinc par le tube de communication.

Partant de là, je fis une nouvelle série d'expériences en traitant les œufs, toujours en eau de mer sucrée, par des quantités extrêmement faibles (5 gouttes d'une solution à $\frac{n}{200}$ dans 50^{cm^3} d'eau de mer sucrée) de sels métalliques $ZnCl^2$, SO^4Cu, qui, à doses quelque peu plus élevées, sont de violents poisons pour les œufs. J'obtins ainsi des éclosions, mais notablement inférieures en nombre à celles fournies par mes anciens condensateurs.

J'eus alors l'idée de réunir les deux agents : sels métalliques à la dose ci-dessus et acide puis alcali à la dose très faible où ils interviennent dans les expériences avec le courant continu sans électrodes impolarisables, dose trop faible pour donner à elle seule un résultat de quelque valeur. Dans ces conditions le rendement est notablement amélioré et devient comparable à ceux fournis par mes condensateurs non étanches. Or, ce sont précisément les conditions de ces condensateurs qui sont réalisées dans ces dernières expériences, car dans lesdits condensateurs, en outre des minimes quantités d'acide et d'alcali fournies par l'électrolyse, celle des électrodes qui était plongée dans l'électrolyte et qui était en cuivre etait attaquée par les acides développés à son contact et se dissolvait en minime quantité dans la liqueur. Le fil de cuivre formant cette électrode se montrait, en effet, régulièrement, à la fin de chaque expérience, recouvert d'une patine verte, sans doute de chlorure de cuivre.

Je crois donc pouvoir conclure de tout ce qui précède que les charges

électriques sont sans action en tant que facteur de parthénogenèse et qu'il en est de même pour le courant continu lorsque par des électrodes impolarisables on élimine l'électrolyse. Par contre, des quantités très faibles de sels métalliques extrêmement vénéneux pour les œufs, $ZnCl^2$, $CuSO^4$, unies à des quantités d'acide et d'alcali si faibles que, à elles seules, elles seraient inefficaces, se montrent agents assez actifs de parthénogenèse.

Ces conclusions sont de médiocre intérêt au point de vue pratique, car les résultats qu'elles visent sont très inférieurs aux résultats superbes fournis par les acides et les alcalis ou le tanin et l'ammoniaque. Mais, à un point de vue théorique, elles présentent un certain intérêt, parce qu'elles expliquent les résultats donnés par les condensateurs non étanches, et parce qu'elles fournissent un nouveau et frappant exemple de l'action favorisante, dans les phénomènes biologiques, de très faibles doses de substances, qui, à doses plus élevées, sont des poisons violents.

Si les acides et les alcalis n'agissent pas par les charges de leurs ions H et OH sur la distribution intérieure des granules colloïdes positifs et négatifs éventuellement présents dans l'œuf, il convient sans doute d'en revenir à l'explication que j'avais proposée antérieurement (juillet 1907), où je faisais intervenir la formation de la membrane vitelline par coagulation sous l'influence des acides, et la dissolution de la membrane nucléaire par liquéfaction sous l'influence des alcalis.

Pour soumettre cette théorie à une vérification nouvelle, j'ai essayé de substituer aux acides et aux alcalis des substances neutres, mais douées d'un pouvoir coagulant ou liquéfiant.

Pour ces dernières, la chose n'est pas aisée; il n'y a guère d'autres liquéfiants que les alcalis. J'ai essayé les digérants, pepsine, papaïne, extrait stomacal des actinies, etc., sans aucun succès; ce qui d'ailleurs ne prouve pas grand'chose contre la théorie, l'action de ces substances étant trop différente de celle d'un liquéfiant pur et simple de coagulum colloïdal.

En ce qui concerne les coagulants, j'ai été plus heureux. A titre de coagulants neutres, j'ai essayé la chaleur, l'alcool éthylique, le formol et les aluns.

La chaleur, qui a fourni à Lillie d'heureux résultats avec les œufs d'Astéries, est inefficace avec ceux du *Paracentrotus*. Ces œufs étaient chauffés dans l'eau de mer pendant un temps très court (15 secondes à 2 minutes), puis immergés pendant 1 heure dans la solution sucrée alcalinisée. Une température de 35° les altère; un chauffage à 26°-32° semble améliorer, mais fort peu, l'action de la solution sucrée alcaline. L'alcool est franche-

ment nocif à toute dose, et à aucune dose il n'est efficace. Le formol donne de meilleurs résultats, à la dose très faible de 3 gouttes de la solution du commerce diluée au centième, dans 50^{cm^3} de véhicule, pendant 10 minutes. L'alun donne des résultats bien supérieurs et parfois comparables à ceux du tanin. Le meilleur procédé consiste à mettre les œufs dans 5^{cm^3} de la solution ordinaire d'eau de mer sucrée additionnée de 3 gouttes d'une solution saturée d'alun diluée au vingtième; puis, après 10 minutes, à les noyer dans 50^{cm^3} de la solution sucrée alcalinisée, qu'on laisse agir 1 heure, comme dans le procédé au tanin. Je n'ai pas poussé très loin la comparaison des divers aluns : l'alun de potasse s'est montré le plus favorable. Très significatif est le fait que l'acidification de la liqueur au premier temps n'améliore pas le résultat.

Dans le même ordre d'idées, j'ai essayé l'action des colloïdes les plus divers, positifs et négatifs, pour voir s'ils n'agiraient pas, conformément à la théorie, comme coagulants ou liquéfiants. Malheureusement, leur défaut de pénétration à travers les membranes rendait bien improbable une action des liquéfiants sur la membrane nucléaire. Pour les coagulants devant agir à la surface de l'œuf, il n'en était pas de même. L'hydrate de fer colloïdal, positif, s'est montré assez actif dans ce sens et à des doses presque infinitésimales, les doses quelque peu plus élevées étant très nocives. Une solution très faible avait été préparée avec 7^{cm^3} à 8^{cm^3} d'une solution de chlorure ferrique à 1 pour 100 dans environ $1^l,5$ d'eau; la dose était de 1 goutte de cette solution dans 50^{cm^3} de véhicule (eau de mer sucrée). Le réactif était employé, soit au premier temps, au lieu et place du tanin, suivi d'un second temps à la solution sucrée alcalinisée; soit seul, pendant toute la durée. Il s'est même montré efficace en solution isotonique salée sans sucre. Une acidification très légère $\left(2 \text{ gouttes d'une solution à } \frac{n}{10} \text{ d'acide acétique}\right)$ améliore le résultat.

Je dirai, pour finir, que j'ai trouvé une simplification du procédé au tanin consistant à faire agir celui-ci d'abord dans l'eau de mer pure. Le procédé devient le suivant : eau de mer contenant les œufs 15^{cm^3}, ajouter solution de tanin à $\frac{n}{10}$ 8 gouttes, laisser agir 5 minutes; puis ajouter eau de mer sucrée suivant l'ancienne formule 35^{cm^3}, additionnée de 21 gouttes de solution titrée d'ammoniaque à $\frac{n}{10}$. Ce procédé est plus expéditif que l'ancien et plutôt meilleur. On obtient aussi d'excellents résultats en additionnant au premier temps la solution tannique de 10 à 15 gouttes de la solution ammoniacale.

J'ajouterai aussi, pour en finir avec la question de la prétendue nécessité

de l'hypertonie, que j'ai pu obtenir des larves, par le procédé au tanin et à l'ammoniaque, en véhicule *non sucré*, formé d'un mélange d'eau de mer (20 pour 100) et d'une solution de NaCl (80 pour 100) isotonique à l'eau de mer, le Δ admis pour celle-ci étant non plus $-2^\circ,1$, mais $-1^\circ,96$, chiffre le plus bas fourni par les nombreuses analyses aux diverses saisons.

Conclusions. — 1° *Les charges électriques ne sont pas un agent de parthénogenèse.*

2° *Le courant électrique, si l'on écarte ses effets électrolytiques, est de même sans action.*

3° *L'électrolyse a une faible action comme facteur de parthénogenèse, par les acides et alcalis dont il détermine la formation aux électrodes.*

4° *De minimes quantités de sels métalliques très nocifs à doses quelque peu plus élevées, en particulier* $CuSO^4$ *et* $ZnCl^2$, *sont des agents actifs de parthénogenèse; leur activité est notablement accrue par une légère acidification.*

5° *Diverses substances sans réaction acide ou alcaline, en particulier le formol et surtout l'alun, sont des agents fort actifs, et, ici, l'acidification n'améliore pas le résultat.*

6° *L'hydrate de fer colloïdal à doses presque infinitésimales s'est montré agent assez actif de parthénogenèse, surtout en présence d'une minime quantité d'acide; à dose tant soit peu plus élevée il est extrêmement nocif.*

Ces faits viennent à l'appui de la théorie que j'ai émise antérieurement, d'après laquelle la segmentation de l'œuf vierge est due au déclenchement du développement par la production artificielle des deux premiers stades de ce développement, la formation de la membrane vitelline et la dissolution de la membrane nucléaire.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de la rhodizite dans les pegmatites de Madagascar.* Note de M. **A. Lacroix.**

La caractéristique minéralogique des pegmatites exploitées dans diverses régions du massif central de Madagascar et notamment dans celle du mont Bity, pour l'extraction des pierres précieuses, réside dans l'abondance et dans la variété des minéraux borés, glucinifères et lithinifères, qui s'y rencontrent et qu'on y trouve souvent en cristaux remarquables par leurs grandes dimensions.

Les plus abondants parmi ces minéraux spéciaux sont les *tourmalines*

lithiques de toutes couleurs et le *béryl*, incolore, bleu, vert ou rose, qui constituent les pierres précieuses principales de ces gisements, et aussi la *lépidolite* et le *triphane*. Il faut y ajouter un minéral nouveau, que j'ai décrit sous le nom de *bityite*, la *danburite* ($Si^2O^8B^2Ca$) et enfin la *hambergite* [$BO^3Gl^2(OH)$]. Je noterai en passant que ces deux derniers minéraux, d'après des documents que je viens de recevoir, ne sont pas localisés dans les deux gisements distincts où je les ai signalés récemment (Maharitra pour la danburite et Anjanabonoana pour la hambergite), mais se rencontrent associés dans chacun d'entre eux.

Le but de cette Note est de signaler, dans cette même région, l'existence d'un autre borate, la *rhodizite*, connu jusqu'ici uniquement en fort petits cristaux, implantés sur la rubellite de l'Oural, et si rares qu'il plane encore beaucoup d'incertitude sur sa composition exacte.

Il y a plusieurs années, j'ai reçu de la région du mont Bity (sans indication précise de gisement) un cristal isolé, incolore et limpide, très dur, qu'on m'avait soumis afin de savoir s'il ne constituait pas un diamant.

Sa densité est de 3,305; sa dureté est de 8; la forme dominante est le tétraèdre $\frac{1}{2}a^1(111)$, associé à $b^1(110)$, ainsi qu'à de très petites facettes du second tétraèdre $(1\bar{1}1)$ et du cube; tandis que les faces du tétraèdre le moins développé sont planes, celles du tétraèdre prédominant portent des stries parallèles à ses côtés, formant par leur réunion une série de triangles superposés. Je n'avais pu faire aucun essai chimique sur ce cristal unique.

Il m'a été possible de compléter l'étude de ce minéral, grâce à M. Dabren, qui en a recueilli plusieurs cristaux de grande taille dans le filon de pegmatite d'Antandrokomby et qui, en me les remettant, a appelé mon attention sur eux. Un échantillon les montre même dans leur gangue; ils constituent un élément ancien, englobé par le triphane pierreux qui est lui-même le minéral prédominant d'une pegmatite, renfermant, en outre, du quartz, du microcline, de l'albite, de la tourmaline rouge et jaune, et enfin des octaèdres arrondis d'un tantaloniobate d'un brun foncé à rapporter probablement à la *microlite*.

Les cristaux tétraédriques ne se distinguent de celui qui vient d'être décrit que par leur grande taille (ils atteignent un centimètre et demi) et par l'absence des faces du cube; exceptionnellement, le rhombododécaèdre prédomine et le second tétraèdre manque. Ils ne sont pas transparents, mais translucides ou opaques; leur couleur est d'un blanc jaune un peu verdâtre; çà et là, sur les faces du tétraèdre principal, se trouvent quelques pyra-

mides triangulaires, formées par des plans a^1, successifs, décroissants, limités par des faces b^1.

Il existe des clivages très difficiles, parallèles aux faces des deux tétraèdres; la cassure est conchoïde et possède un éclat vitreux, un peu gras.

Le minéral n'est que pseudocubique; les phénomènes de biréfringence, que je préciserai ultérieurement, paraissent comparables à ceux de la boracite. L'indice moyen est d'environ 1,69 pour la lumière du sodium.

Le minéral est insoluble dans tous les acides.

L'analyse *a* a été faite par M. Pisani sur une matière que j'ai purifiée à l'aide de l'iodure de méthylène; la petite quantité de silice est due à des inclusions de triphane, qui ne m'avaient pas échappé, mais je n'ai pas voulu pousser la séparation trop loin, de crainte de perdre dans cette opération trop de matière; $1^g,25$ ont été employés pour l'analyse. Je donne en *b* la composition, ramenée à 100, après élimination de la quantité d'alumine et de lithine nécessaire pour former du triphane $[(SiO^3)^2AlLi]$ avec la silice.

	a.	*b.*
B^2O^3	40,60	41,69
Al^2O^3	30,50	30,70
GlO	10,10	10,36
Li^2O	7,30	7,36
$K^2O(+Cs^2O)$	5,90	6,05
Na^2O	3,30	3,38
SiO^2	1,36	»
Perte au feu	0,45	0,46
	99,51	100,00

La composition de ce boroaluminate de glucine et d'alcalis est assez bien représentée par la formule

$$6B^2O^3, 3Al^2O^3, 4GlO, 4(Li, K, Na, H)^2O.$$

Les propriétés physiques exposées plus haut sont celles de la rhodizite; mais l'unique analyse de ce minéral publiée par M. Damour présente avec celle donnée ici des différences, qui seraient suffisantes pour faire considérer les deux minéraux comme distincts, s'il n'y avait dans l'analyse de Damour des particularités, qui rendent nécessaire la reprise de l'étude chimique de la rhodizite de l'Oural. Cette analyse, en effet, a été faite sur $0^g,135$ seulement de matière; elle présente une perte élevée par calcination et un déficit

de 4,6 pour 100; je reproduis ci-contre cette analyse et l'interprétation donnée par Damour à la perte au feu et au déficit constatés.

B^2O^3.	Al^2O^3.	K^2O (+ Cs^2O).	Na^2O.	FeO.	CaO.	MgO.	H^2O.	
33,93	41,40	12,00	1,62	1,93	0,74	0,82	2,96 =	95,40
41,49	41,40	12,00	1,62	1,93	0,74	0,82	» =	100,00

On voit que l'alumine du minéral de l'Oural est exactement égale à la somme de l'alumine et de la glucine de celui de Madagascar; on peut donc se demander si la dernière de ces substances n'a pas échappé à Damour et si, par suite, le minéral de Madagascar n'est pas une simple variété lithique et peut-être plus riche en glucine de rhodizite, ce qui expliquerait sa densité un peu plus faible que celle du minéral de l'Oural (3,305 au lieu de 3,38); il me paraît dans tous les cas convenable de le regarder comme tel jusqu'à ce que l'étude chimique de la rhodizite de l'Oural ait été complétée (1). Dans le cas où cette dernière aurait bien la composition indiquée par Damour, mon minéral constituerait une espèce nouvelle, qui n'en resterait pas moins extrêmement voisine de la rhodizite.

Il est intéressant de rencontrer comme élément essentiel d'une pegmatite une substance considérée jusqu'à présent comme l'une des plus rares du règne minéral.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de bandes du baryum et de l'aluminium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

Il vient de paraître dans le *Bulletin de la Société chimique de Londres* (2) l'extrait d'un travail de M. Ludwig Börsch sur le spectre de bandes des sels de baryum. Les bandes y sont attribuées au métal, mais on n'indique pas pour quels motifs.

Sans avoir rien publié à ce sujet, j'ai depuis longtemps la conviction que bien des bandes, autrefois dites d'*oxydes*, sont en réalité dues aux métaux et qu'elles résultent des perturbations de vibrations plus simples qui dominent aux hautes températures. Cette attribution aux métaux de certaines bandes, dites d'*oxydes*, a été soutenue, je crois, par divers spectroscopistes, en particulier par M. Hartley (3).

---

(1) Un essai qualitatif fait sur un petit cristal de celle-ci a permis d'y constater la présence de la lithine.

(2) *Chem. Soc.*, 8 octobre 1909; *G. and Phys. Chem.*, p. 775.

(3) W.-Noel Hartley, *Chem. Soc.*, avril 1909, p. 279, et juillet 1907, p. 517.

Au risque de répéter peut-être quelque chose de ce que M. Börsch a déjà dit, je demande à l'Académie la permission de lui soumettre les remarques suivantes sur les spectres de bandes du baryum et de l'aluminium.

Comme positions théoriques, je prendrai les extrêmes bords droits (les plus réfrangibles) des bandes et non les milieux des raies qui les terminent.

1° *Bandes de* Ba. — On supposera que les deux grosses raies nébuleuses (ou petites bandes) λ501,9 et λ497,4 ([1]) appartiennent à une même large bande dont le bord droit coïncide avec celui de 497,4. On admettra aussi que les grosses raies nébuleuses λ681,9 et λ479,4 ([2]) sont les bords de larges bandes très affaiblies.

	Échelle.	λ.	N.
	79,05	679,72	1471,21
λ............	85,17	649,07	1540,67
ζ............	89,67	628,95	1589,95
γ............	96,00	603,13	1658,01
β............	100,75	586,65	1704,60
η............	107,67	564,66	1770,98
δ............	113,00	549,17	1820,93
ε............	118,50	534,62	1870,50
θ............	124,05	521,53	1917,45
ι............	129,80	508,94	1964,89
	136,13	496,22	2015,24
κ............	142,50	484,81	2062,67
	146,17	478,53	2089,73
			23476,83
		Moyenne..........	1805,91

Nota. — 1820,93 est la bande centrale sur laquelle se projette la raie de haute température : Thalén λ553,43 (A° dans l'air). N = 1806,92.

Kayser et Runge donnent λ553,569 (Rowland), ce qui fait à peu près λ553,47 et N1806,79 (A°).

D'où

Moyenne des bords droits des bandes........	1805,91
Raie de haute température (Thalén).........	1806,92
Différence..........	— 1,01

soit $0^{\lambda},31$ (pour 13 bords droits mesurés).

([1]) *Spectres lumineux*, p. 59.

([2]) *Spectres lumineux*, p. 58 et 60.

Nota. — Il m'a souvent paru que les moyennes proportionnelles donnaient de bons résultats dans la comparaison des raies spectrales.

Le calcul suivant montre que le déplacement de la bande centrale (par rapport à la raie de haute température) compense le déplacement inverse de la moyenne proportionnelle de toutes les autres bandes.

La racine 12e du produit des 12 bandes (autres que la centrale) est 1793,03. La centrale = 1820,93; et

$\sqrt{1793,03 \times 1820,93}$	1806,93 (calculé)
Raie de haute température.........	1806,92 (observé)
Différence.......... +	0,01 (ou nulle)

2° *Bandes de* Al. — Les positions prises sont les bords droits extrêmes des raies-arêtes des bandes, relevés sur mon ancien dessin du spectre de l'aluminium métallique ([1]). Savoir :

	Échelle.	λ.	N.
δ.............	119,20	532,89	1876,55
β.............	130,45	507,57	1970,19
α.............	142,85	484,13	2065,57 (centrale)
γ.............	154,80	464,73	2151,81
	167,25	447,43	2234,98
			10299,10
		Moyenne..........	2059,82

Les fortes raies de haute température desquelles les bandes me paraissent dériver sont :

	N.
Thalén λ 505,66.............................	1977,61
Thalén λ 466,22.............................	2144,91
	4122,52
Moyenne..........	2061,26

([1]) *Spectres lumineux*, p. 102 et *Pl. XV*.

On a donc :

Moyenne des cinq bandes....................	2059,82
Moyenne des deux raies....................	2061,26
Différence....................	— 1,44

soit $0^{\lambda},33$ (pour 5 bords droits mesurés et $0^{\lambda},07$, en moyenne, par mesure).

Prenons maintenant la racine 4e du produit des quatre bandes (autres que la centrale). On trouve 2053,46.

Prenons la racine carrée du produit des deux raies de haute température. On trouve 2059,57.

Enfin, la racine carrée du produit du N 2065,57 de la centrale par le N 2053,46, déduit des quatre autres bandes, est 2059,51.

On a :

Calculé (par les bandes)....................	2059,51
Observé (moyenne proportionnelle des raies).	2059,57
Différence....................	— 0,06 (ou nulle)

Nota. — Ces relations s'appliquent donc également bien aux bandes de l'aluminium et à celles du baryum.

Les parts que prennent la bande centrale et les deux couples de bandes, dans la compensation des écarts d'avec la position théorique, sont :

Bande centrale....................	2065,57
Moyenne proportionnelle des raies..........	2059,57
Écart....................	+ 6,00
Couple intermédiaire $\sqrt{1970,19 \times 2151,81}$...	2059,00
Moyenne proportionnelle des raies..........	2059,57
Écart....................	— 0,57
Couple extérieur $\sqrt{1876,55 \times 2234,98}$......	2047,94
Moyenne proportionnelle des raies..........	2059,57
Écart....................	— 11,63

Ainsi, la position du couple intérieur diffère peu de celle calculée par les raies. L'écart du couple extérieur est par suite voisin du double de celui de la bande centrale.

Dans le présent spectre, on remarque un rapport entre la distance moyenne (D) d'un bord droit à l'autre et la distance (d) d'une des raies primitives à l'autre.

E étant l'écart entre les moyennes simple et proportionnelle des deux raies, on a

$$D = \frac{d}{2} + 3E.$$

	Bords droits.	Distances.
	2234,98	
	2151,81	83,17
Centrale	2065,57	86,24
	1970,19	95,38
	1876,55	93,64
Étendue du spectre (bords droits)		358,43
Moyenne = D		89,608

Raie	2144,91	
Raie	1977,61	
Différence	167,30 = d	
Raies : Moyenne simple	2061,26	
Raies : Moyenne proportionnelle	2059,57	
Différence	1,69 = E	

$D = \frac{167,30}{2} + (3 \times 1,69)$	83,65
	+ 5,07
Calculé	88,72
Observé	89,61
Différence	— 0,89 ou faible (soit $0^{\lambda},21$)

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Bergh*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 39,

M. Simon réunit l'unanimité des suffrages.

M. **Simon**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

CORRESPONDANCE.

M. L. von Graff, Président, et le **Comité d'organisation** invitent l'Académie à se faire représenter au *VIIIe Congrès international de Zoologie* qui se tiendra du 15 au 20 août 1910 à Graz (Autriche).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Leçons sur le calcul des variations, professées au Collège de France*, par Jacques Hadamard, t. I. (Présenté par M. G. Darboux.)

2° *Le Mont-Saint-Michel au péril de la . . . terre*, par Marius Vachon. (Présenté par M. G. Darboux.)

3° *Paul Fliche* (1836-1908). *Sa vie et ses œuvres*, par Ch. Guyot. (Présenté par M. R. Zeiller, au nom de Mme Vve Paul Fliche.)

MM. **L. Brunel, C. Delezenne, E. Fromaget, Paul Letellier, C. Nicolas, Léon Teisserenc de Bort** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Comète.

Dates. 1909.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de compar.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de comp.
Nov. 19.	11h36m48s	+0m 2s,81	+0′52″,6	5:5	5h9m10s,96	$\bar{1}$,279	73°26′21″,4	−0,619	*a*
» 20.	11. 0.48	+0.35,83	−7. 6,5	5:5	5.6. 6,06	$\bar{1}$,381	73.28,49,9	−0,631	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Gr.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
a...........	8,4	5h9m 4s,96	+3s,19	73°25′36″,9	−8″,1	AG.1433, Berlin A
b...........	9,3	5.5.27,02	+3,21	73.36. 4,7	−8,3	AG.1415, Berlin A

Remarques. — La comète est très faible, sensiblement ronde, un peu plus brillante au centre. Son étendue est d'environ 20″, l'ouverture du chercheur est 16cm.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certains groupes de familles de Lamé.* Note de M. J. HAAG.

En recherchant les familles de Lamé composées d'hélicoïdes, j'ai été conduit à me poser la question suivante : *Peut-on trouver deux familles de Lamé composées des mêmes surfaces placées dans des positions différentes?* La solution de ce problème se rattache étroitement à la recherche des familles de Lamé composées de surfaces égales. On le voit aisément, soit en utilisant l'équation du troisième ordre en x, y, z qui régit les familles de Lamé; soit en généralisant un peu la méthode que j'ai employée dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* du 3 août 1908. C'est cette dernière méthode que je vais brièvement indiquer ici.

Au lieu de supposer que x, y, z soient seulement fonctions de u et v, supposons-les en même temps fonctions de t. Nous admettrons même que u, v, t soient les paramètres des surfaces qui constituent le système triple orthogonal dont fait partie notre première famille de Lamé ; de sorte que nous aurons

$$(1) \qquad \mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial t}=0, \qquad \mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial v}\frac{\partial x}{\partial t}=0.$$

Ceci étant, si nous animons le trièdre $Oxyz$ d'un mouvement dépendant du paramètre t, nous sommes conduits à considérer, comme dans la Note dont il vient d'être parlé, l'équation suivante :

$$(2) \qquad \mathrm{G}\,dv+\mathrm{A}\,dt=0,$$

où l'on a

$$\mathrm{G}=\mathrm{S}\left(\frac{\partial x}{\partial v}\right)^2, \qquad \mathrm{A}=\mathrm{S}\frac{\partial x}{\partial v}(\xi+qz-ry),$$

en tenant compte de la seconde équation (1).

Pour que les surfaces obtenues en fixant dans l'espace la surface t au temps t forment une famille de Lamé, il faut et suffit qu'on ait identiquement

$$(3) \qquad \mathrm{G}\frac{\partial \mathrm{A}}{\partial u}-\mathrm{A}\frac{\partial \mathrm{G}}{\partial u}=0.$$

Or si nous considérons la surface de paramètre t_0, la condition pour qu'elle engendre une famille de Lamé dans le mouvement hélicoïdal (ξ_0, η_0, ..., r_0) est précisément l'équation (3), où l'on remplacerait t par t_0.

Réciproquement, si l'on suppose que chaque surface t soit capable d'engendrer une famille de Lamé dans un certain mouvement hélicoïdal, dont les composantes seront des fonctions données de t, il est bien clair que l'équation (3) sera satisfaite identiquement, si l'on y remplace $\xi, \eta, \ldots, r$ par des fonctions de t proportionnelles aux fonctions données précédentes.

Si l'on développe les conséquences de ces simples remarques et si l'on s'appuie sur les résultats de notre Note du 3 août 1908, on arrive aux propositions suivantes :

Les familles de Lamé que nous proposions de chercher peuvent être rangées en groupes, comme nous allons l'indiquer.

Groupes G_1. — *Les familles de Lamé d'un tel groupe se composent de surfaces* (S_1) *pouvant chacune engendrer une famille de Lamé autour d'un seul axe* A_1.

Soit F_1 une famille particulière du groupe considéré.

Les axes A_1 engendrent une surface réglée Σ et sont affectés des pas p des mouvements hélicoïdaux dont ils sont les axes. Faisons virier Σ, suivant les pas p, sur une des surfaces réglées Σ' dont nous avons indiqué la détermination dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 24 août 1908). Supposons de plus qu'on fixe dans l'espace chaque surface S_1 au moment où l'axe A_1 correspondant est axe instantané. Les nouvelles positions de ces surfaces constituent une famille de Lamé appartenant au groupe considéré. De plus toutes les familles, obtenues en répétant l'opération précédente sur F_1 ou sur l'une quelconque des familles qu'on en aurait déjà déduites, forment un groupe au sens classique du mot. *Les familles de ce groupe dépendent donc d'une fonction arbitraire de t et peuvent être obtenues par des quadratures* (*voir la Note précitée*) *dès que l'on connaît l'une d'elles.*

Groupes G_2. — *Les familles de Lamé d'un tel groupe se composent de surfaces* (S_2) *pouvant chacune engendrer une famille de Lamé autour d'une simple infinité d'axes* A_2.

Si l'on a une famille particulière F_2 d'un tel groupe, on aura toutes les autres en répétant l'opération de tout à l'heure, la surface Σ étant composée chaque fois de droites A_2 choisies selon une loi arbitraire et affectées de leurs pas. *Les familles d'un même groupe dépendent de deux fonctions arbitraires de t et peuvent être obtenues par des quadratures dès que l'on connaît l'une d'elles.*

Citons comme exemple les familles de Lamé composées de cyclides de

Dupin [1]. En leur appliquant les résultats précédents, on obtient en particulier l'élégant théorème suivant :

Soit une famille de Lamé composée de cyclides de Dupin D. *Si l'on déforme la surface développable* Σ *lieu de l'un des deux axes de chaque cyclide, et si chaque plan tangent à* Σ *entraîne la cyclide correspondante, les nouvelles positions des surfaces* D *constituent encore une famille de Lamé.*

Groupes G_3. — Si l'on écarte les familles de cônes, *tout groupe* G_3 *se compose de cyclides de Dupin à trois plans de symétrie. Si l'on a une famille d'un groupe, on aura les autres en déformant une surface réglée* Σ *quelconque tangente aux troisièmes plans de symétrie et en entraînant les cyclides avec ces plans, ce qui donne trois fonctions arbitraires de* t.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles.* Note de M. **S. Carrus.**

Nous avons en vue quelques remarques qui nous paraissent devoir être utiles dans l'intégration des équations aux dérivées partielles d'un ordre quelconque, *mais linéaires par rapport aux dérivées d'ordre le plus élevé.*

Nous prendrons par exemple une équation aux dérivées partielles du troisième ordre définissant une fonction u de trois variables x, y, z.

Supposons qu'on soit arrivé à mettre cette équation sous la forme

$$A\frac{d\varphi}{dx} + B\frac{d\varphi}{dy} + C\frac{d\varphi}{dz} + D = 0. \tag{1}$$

Pour faire cette identification on dispose des fonctions A, B, C, D qui peuvent être des fonctions arbitraires des variables x, y, z, u, u_i, u_{ij} considérées comme variables indépendantes et de la fonction φ qui peut être également fonction arbitraire de ces treize variables. On voit que pour faire cette identification, l'ensemble linéaire des termes contenant les dérivées partielles du troisième ordre importe seul.

L'équation étant supposée mise sous cette forme particulière, quelles conclusions pourra-t-on en déduire?

1° Si $D = 0$ on obtiendra des solutions en posant $\varphi = \text{const.}$ et si l'identification a laissé subsister pour φ une indétermination correspondant à celle d'une fonction

---

[1] M. Darboux a déterminé dernièrement toutes ces familles de Lamé.

arbitraire de deux variables, on aura fait une intégration première de l'équation donnée.

2° Si l'on pose $\varphi(u_{ij}, u_i, u, x, y, z) = \theta(u_i, u, x, y, z)$, θ désignant une fonction arbitrairement choisie, ce qui constitue une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre, l'équation (1) se transforme également en une équation du second ordre et l'on aura des solutions (et toutes les solutions de l'équation) en cherchant les solutions communes à ces deux équations du second ordre.

3° Il pourra arriver qu'on puisse disposer de l'arbitraire de φ et de θ de telle sorte que ces deux équations soient identiques. On aura ainsi obtenu une équation du second ordre dont toutes les solutions appartiennent à l'équation donnée, et si l'arbitraire qui peut subsister dans l'équation ainsi formée est celui d'une fonction arbitraire de deux variables, on aura encore obtenu une intégration première de l'équation.

4° Nous avons ramené l'intégration de l'équation donnée à la recherche des solutions communes à deux équations du second ordre. Si, à leur tour, ces équations sont linéaires par rapport aux dérivées partielles du second ordre, on pourra appliquer à nouveau le procédé de transformation indiqué et ramener l'intégration de l'équation à la recherche des solutions communes à quatre ou même trois (si deux équations peuvent être rendues identiques) équations du premier ordre.

On aura ainsi reconstitué, pour ainsi dire, mais avec plus de généralité, les équations qui, par élimination des fonctions arbitraires, ont conduit à l'équation donnée.

Toutes ces transformations sembleront peut-être d'une application moins restreinte si l'on réfléchit à la façon dont s'obtiennent les équations aux dérivées partielles.

Nous avons pu faire l'application plus ou moins complète de tous ces résultats à deux équations remarquables du troisième ordre : l'équation déterminant les familles de surfaces à trajectoires orthogonales planes, l'équation régissant les systèmes triples orthogonaux.

Familles de surfaces à trajectoires orthogonales planes. — Nous avons pu, dans notre Thèse de doctorat, mettre l'équation déterminant ces familles sous la forme très condensée suivante :

$$u_1 \frac{dt}{dx} + u_2 \frac{dt}{dy} + u_3 \frac{dt}{dz} = 0, \tag{1}$$

en posant

$$t = \frac{u_2 v_3 - u_3 v_2}{u_3 v_1 - u_1 v_3} \qquad (2v = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2).$$

Nous obtiendrons donc des solutions en posant

$$t = \varphi(u_1, u_2, u_3, u, x, y, z), \tag{2}$$

et en cherchant les solutions communes aux deux équations du second

ordre (2) et (3):

$$u_1 = \frac{d\varphi}{dx} + u_2\frac{d\varphi}{dy} + u_3\frac{d\varphi}{dz} = 0.$$

Or ces deux équations sont également linéaires par rapport aux dérivées du second ordre. Cherchons s'il est possible de disposer de la fonction φ de telle façon que ces deux équations soient identiques.

En désignant par t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7 les dérivées partielles de t par rapport à u_1, u_2, u_3, u, x, y, z, on trouve simplement les conditions

$$\frac{t_1}{-u_3 t} = \frac{t_2}{-u_3} = \frac{t_3}{t_2 + tu_1},$$

$$t_4(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2) + u_1 t_5 + u_2 t_6 + u_3 t_7 = 0.$$

On peut intégrer cet ensemble d'équations et la fonction t est définie par l'équation

$$\frac{u_2 + tu_1}{u_3} = f\left(t, \frac{u_2 + tu_1}{u_3}, y + tx - z\frac{u_2 + tu_1}{u_3}\right),$$

f désignant une fonction arbitraire de trois variables.

Or, si l'on pose

$$u_2 v_3 - u_3 v_2 = a, \qquad u_3 v_1 - u_1 v_3 = b, \qquad u_1 v_2 - u_2 v_1 = c,$$

cette relation s'écrit

$$-\frac{c}{b} = \varphi\left(\frac{a}{b}, -\frac{c}{b}, y + \frac{a}{b}x + \frac{c}{b}z\right)$$

ou

$$F\left(\frac{a}{ax + by + cz}, \frac{b}{ax + by + cz}, \frac{c}{ax + by + cz}\right) = 0.$$

C'est une équation aux dérivées partielles du second ordre dont toutes les solutions appartiennent à l'équation du troisième ordre; comme elle dépend d'une fonction arbitraire de deux variables, on a obtenu une intégration première de l'équation du troisième ordre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Dirichlet et les séries entières.* Note (¹) de M. **Marcel Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

1° Un beau théorème de la théorie des séries entières dû à M. Fatou se fonde sur un théorème de Riemann concernant les séries trigonométriques.

(¹) Présentée dans la séance du 8 novembre 1909.

La méthode ingénieuse de Riemann nous a servi de modèle pour former une méthode conduisant au théorème qui suit :

I. *La condition*

$$\lim_{n=\infty} \frac{a_1 + a_2 + \ldots + a_n}{e^{\lambda_n c}} = 0 \qquad (c > 0) \tag{1}$$

supposée remplie, la série de Dirichlet $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ *est convergente en tout point régulier de la droite* $R(s) = c$. *De plus, la convergence est uniforme dans tout intervalle de régularité. On sait que la même condition* (1) *est nécessaire pour que la droite contienne au moins un point de convergence.*

Ce théorème comprend comme cas particulier celui de M. Fatou.

2° Nous posons [1]

$$a_n e^{-\lambda_n s} = c_n, \qquad c_1 + c_2 + \ldots + c_n = s_n, \qquad \sigma(\lambda) = s_n \quad \text{pour} \quad \lambda_n < \lambda \leqq \lambda_{n+1},$$

$$\Omega^{(k)}(\omega) = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_n < \omega} c_n \left(1 - \frac{\lambda_n}{\omega}\right)^k = \frac{k}{\omega^k} \int_0^\omega \sigma(\lambda)(\omega - \lambda)^{k-1} d\lambda, \tag{2}$$

k étant $\geqq 0$ (entier ou non).

Nous appelons les expressions (2) *moyennes typiques* (*d'ordre* k) relatives aux séries de la forme $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$.

La formule (2) fait voir que les domaines de sommabilité correspondant aux diverses méthodes sont des demi-plans et que la sommabilité est uniforme dans tout domaine intérieur au demi-plan correspondant [2].

3° En remplaçant dans la condition (1) les sommes partielles de la série

$$a_1 + a_2 + \ldots + a_n + \ldots$$

par les moyennes typiques de cette série, on obtient un théorème, généralisation de I, qui comprend comme cas particulier le théorème suivant, démontré dans ma Thèse :

II. *La série entière* $\Sigma c_n z^n$ *est sommable par les moyennes arithmétiques d'ordre* k *en tout point régulier de la circonférence de rayon* 1, *si la condition*

---

(1) Voir deux Notes insérées aux *Comptes rendus*, qui portent respectivement les titres : 1° *Sur les séries de Dirichlet* (21 juin 1909); 2° *Sur la sommation des séries de Dirichlet* (5 juillet 1909). On peut aussi, dans le cas général, définir des moyennes qui jouent le même rôle que les moyennes arithmétiques jouaient dans le cas particulier $\lambda_n = \log n$.

(2) Remarquons que k désignant un nombre négatif quelconque, le théorème II de notre première Note citée subsiste pour des séries quelconques, en y remplaçant les mots « moyennes arithmétiques » par les mots « moyennes typiques ».

$\lim c_n n^{-k} = 0$ *est remplie. La même condition est nécessaire pour qu'il y ait au moins un point de sommabilité d'ordre k sur la circonférence.*

4° La régularité n'est aucunement une condition nécessaire pour que le théorème I et sa généralisation soient valables. Pour le moment nous nous bornerons au cas particulier $\lambda_n = n$ [1]. Considérons la fonction

$$F(r, \varphi) = \sum (a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi) r^n,$$

où

$$\lim a_n n^{-k} = \lim b_n n^{-k} = 0.$$

Les théorèmes que nous trouverons pourront s'appliquer immédiatement aux séries entières [2]. Nous ferons les hypothèses suivantes :

1° $\lim\limits_{r=1} F(r, \varphi) = F(\varphi)$ est bien déterminé pour $\varphi_1 \leqq \varphi \leqq \varphi_2$, sauf peut-être sur un ensemble de mesure nulle; 2° la fonction $F(\varphi)$ est intégrable au sens de M. Lebesgue; 3° on a uniformément

$$\lim_{r=1} \int_{\varphi_1}^{\varphi} F(r, \varphi)\, d\varphi = \int_{\varphi_1}^{\varphi} F(\varphi)\, d\varphi \qquad (\varphi_1 \leqq \varphi \leqq \varphi_2).$$

Convenons de définir $F(\varphi) = 0$ sur les points de la circonférence extérieurs à l'arc (φ_1, φ_2). Cela posé, la condition nécessaire et suffisante pour que la méthode des moyennes arithmétiques d'ordre k s'applique à la série

$$\sum a_n \cos n\varphi + b_n \sin n\varphi$$

au point φ' $(\varphi_1 < \varphi' < \varphi_2)$, c'est que cette même méthode s'applique à la série de Fourier de $F(\varphi)$ au point φ'. *On réussit donc aux points de continuité ou de discontinuité de première espèce de la fonction* $F(\varphi)$. Pour $k \geqq 1$ cela est évident d'après un théorème célèbre de M. Fejér. J'ai dû montrer que *pour* $0 < k < 1$ *les résultats principaux de M. Fejér subsistent encore.*

Dans le même ordre d'idées, j'ai démontré le résultat qui suit. Considérons une méthode de sommation qui ait les deux propriétés suivantes : 1° elle fournit en tout point régulier du cercle de convergence d'une série entière la valeur de cette série; 2° elle est au moins aussi générale que l'une des méthodes des moyennes arithmétiques d'ordre positif. Supposons d'autre part que la série entière

$$\Phi(r, \varphi) = \sum c_n r^n e^{ni\varphi}$$

---

[1] La méthode que nous suivons s'étend aisément au cas général.

[2] M. Dienes a eu l'idée de combiner un théorème de M. Hadamard : 1° avec le théorème cité de M. Fatou, 2° avec notre théorème II, 3° avec des théorèmes de M. Borel et de M. Lindelöf. Par cette idée, il parvint à quatre théorèmes nouveaux. La combinaison des méthodes, au lieu de celle des théorèmes, l'aurait conduit à des résultats plus généraux.

ait un rayon de convergence fini R et que les fonctions $\Phi(r, \varphi)$ et $\Phi(\varphi) = \lim_{r=R} \Phi(r, \varphi)$ vérifient les conditions (1), (2) et (3) énoncées tout à l'heure pour les fonctions $F(r, \varphi)$ et $F(\varphi)$. Dans ces conditions, *la méthode de sommation* dont nous venons de parler, *appliquée à la série*

$$\sum c_n R^n e^{ni\varphi},$$

donne la valeur

$$\frac{1}{2}[\Phi(\varphi+0)+\Phi(\varphi-0)]$$

en chaque point du cercle de convergence, où la fonction $\Phi(\varphi)$ admet une discontinuité de première espèce.

Plusieurs méthodes de M. Mittag-Leffler, ainsi qu'une méthode due à M. Lindelöf, rentrent dans la catégorie ci-dessus. On peut obtenir un théorème analogue pour les points frontières de l'étoile de M. Mittag-Leffler.

5° J'ai trouvé des théorèmes analogues à I et à ses généralisations pour les intégrales

$$\int_0^\infty \varphi(t)\, e^{-tx}\, dt.$$

Les moyennes typiques s'y définissent aussi par les intégrales de Riemann-Liouville.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur un appareil destiné aux mesures radioactives.* Note de M. **B. Szilard**, présentée par M. Lippmann.

J'ai essayé de construire un appareil de mesure à haute sensibilité basé sur le principe de l'électroscope, mais dans lequel le système indicateur qui est généralement une feuille d'or est remplacé par un index rigide.

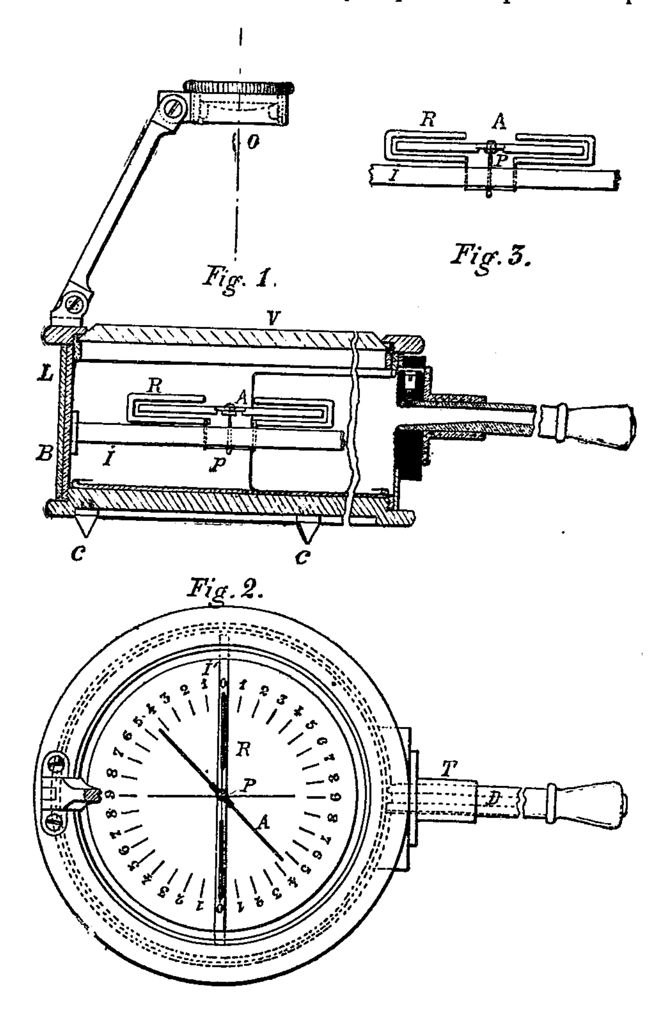
Les nombreuses formes que j'ai étudiées m'ont conduit à la solution ci-dessous décrite, dispositif [1] qui m'a paru le meilleur au point de vue des qualités que doit posséder un instrument spécialement destiné aux mesures radioactives.

Une aiguille (A) suspendue en son milieu sur un axe vertical sert d'index rigide; elle porte une petite échape en acier très dur reposant sur une pointe (P) très fine et très aiguë; ce dispositif et le point de suspension convenablement choisi lui assurent une grande mobilité grâce à son poids réduit au minimum; l'ensemble de ces circonstances permet d'obtenir une grande régularité dans les mouvements rendus presque

(1) Construit par MM. Ducretet et Roger.

apériodiques par suite de la résistance opposée par l'air aux mouvements de l'aiguille.

L'aiguille est en acier et son aimantation lui donne une force d'orientation jouant ici le même rôle que la pesanteur dans le cas de l'électroscope à feuille d'or; dans celui-ci la position du repos est la position verticale de la feuille; ici c'est la direction occupée dans le plan du méridien magnétique qui correspond à un pareil état.



L'aiguille ainsi orientée est encadrée par un ruban métallique (R) relié électriquement avec elle; c'est cet ensemble qui forme le dispositif de mesure recevant la charge. On a donné à ce système une forme telle que sa capacité électrique soit aussi faible que possible (pour avoir une grande sensibilité) et que, en même temps, le potentiel de la charge qu'il contient soit relativement élevé, afin que la saturation du courant par rapport aux dimensions de la boîte soit assurée.

Lorsqu'on amène une charge à ce système, l'aiguille sort du plan de son cadre et dévie : la force magnétique tendant à ramener l'aiguille à sa position originale

équivaut dans toute position à la force électrostatique provenant de la charge contenue par le système; la sensibilité de l'instrument dépend alors, en une certaine façon, de l'aimantation de l'aiguille et respectivement de l'intensité du champ terrestre. Pour diminuer l'action de celui-ci, ainsi que pour éviter l'effet qui pourrait se produire lorsque le dispositif se trouverait par hasard dans le voisinage des masses en fer, et en général pour assurer une certaine constance aux facteurs magnétiques de l'aiguille, la cage qui reçoit le système est garnie sur son fond d'une plaque épaisse et, sur son dessus, d'une bague bien uniforme et homogène, tous deux en fer doux.

Le dispositif de mesure est fixé sur le milieu d'une bande mince, en ambre (i), dont la longueur nécessaire a été déterminée en l'augmentant successivement jusqu'au point où, par ce moyen, il n'a plus été possible de réduire la fuite spontanée de la charge du système, même si son potentiel atteignait son maximum, dans le cas même où l'intérieur de la cage n'aurait pas été desséchée; de cette façon on pouvait s'assurer que la fuite de la charge du système était due exclusivement à l'air.

Le système fixé sur son support isolant est symétriquement placé dans une boîte métallique à forme cylindrique; ainsi la distance entre le bout de l'aiguille et la paroi de la boîte restant toujours la même, quelle que soit la position occupée par la précédente, il ne peut se présenter aucune dissymétrie dans la répartition du champ.

Pour éviter toute capacité supplémentaire due à la conduction de la charge dans une chambre d'ionisation, c'est cette cage même qui sert à cet usage; la façon dont le système est disposé (c'est-à-dire dans l'axe de la cage) permet d'arriver à la saturation du courant, même si le potentiel de sa charge est relativement faible (c'est ce qui arrive lorsque la position de l'aiguille est voisine de la position du zéro); elle permet aussi, d'autre part, de pouvoir utiliser tout le volume intérieur de la cage comme chambre d'ionisation, le système de mesure se trouvant librement suspendu en son milieu.

Le dessus de la cage (V) est en verre portant sur sa partie intérieure une échelle photographique divisée en degrés; la couche en gélatine de celle-ci est suffisamment conductrice pour protéger le dispositif de mesure contre les actions électrostatiques extérieures.

Pour éviter les erreurs de parallaxe, la lecture se fait au moyen d'une lentille (O) dont l'aberration sphérique est corrigée et qui est placée au-dessus du couvercle et dans l'axe de l'aiguille. C'est dans le même but que la glace, qui a une épaisseur suffisante, porte sur chacune de ses faces un réticule dont les traits doivent se superposer lorsque l'œil est exactement placé dans le prolongement de l'axe.

Le dessous de la boîte porte à l'extérieur trois pointes très aiguës (C), permettant de la fixer rigoureusement dans une position bien déterminée; elles assurent son immobilité parfaite pendant l'ouverture ou la fermeture d'une portion latérale de la paroi servant à introduire un disque recouvert de la substance à étudier.

Le côté de la boîte porte un tube (T) isolé de la masse dont l'intérieur porte une tige D qui peut glisser pour bloquer l'aiguille, quelle que soit son orientation. Cette même tige est utilisée pour amener la charge à l'aiguille de l'extérieur sans ouvrir la boîte.

L'appareil est ainsi toujours prêt soit pour le transport soit pour faire des mesures de corps solides; soit, grâce à son fond démontable, pour se placer sur un instrument de déperdition quelconque. Les mesures se font par les méthodes communes.

PHYSIQUE. — *Sur la dessiccation de l'air destiné à être liquéfié.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

L'industrie de l'air liquide possède actuellement des moyens assez perfectionnés pour pouvoir aborder les applications de l'oxygène à la grande industrie, qui réclament un prix de revient très bas. Effectivement trois appareils de mon système vont être installés aux usines d'Ougrée Marihaye, en Belgique, en vue d'étudier l'insufflation d'air suroxygéné dans les hauts fourneaux et dans les convertisseurs : bien que la puissance de production de chacun de ces appareils ne soit encore que de 200^{m^3} d'oxygène pur à l'heure, le prix de fabrication, amortissement compris, ne dépassera pas $0^{fr},033$ par mètre cube, le cheval-heure étant compté à $0^{fr},02$. D'autres applications d'envergure comparable sont à l'étude en ce moment.

Pour arriver à ces résultats, aucun point ne peut être négligé. En particulier l'opération très importante de la dessiccation de l'air traité ne peut plus être confiée aux moyens simplistes qui suffisaient jusque-là, comme le passage de l'air comprimé sur des corps desséchants, car le coût de cette opération, avec les manipulations qu'elle entraîne et le prix élevé des appareils qu'elle exige, ne saurait guère descendre au-dessous de $\frac{2}{3}$ de centime par mètre cube, chiffre inacceptable en l'espèce [1].

La méthode frigorifique, *a priori*, semble préférable si l'on en juge par les résultats obtenus dans le procédé Gayley : elle semble d'autant plus indiquée ici que, par le processus même des opérations, l'air est naturellement appelé à se refroidir jusqu'à liquéfaction. Mais ceci même inclut la difficulté de l'opération, car si l'eau condensée jusqu'à 0° peut s'éliminer aisément grâce à son état physique, ce qui subsiste à 0° par suite des $4^{mm},5$ de tension que l'eau possède encore se déposera alors à l'état de givre dans les échangeurs et, dans la marche prolongée et ininterrompue qui est nécessaire, aura tôt fait d'amener des obstructions.

C'est ainsi qu'en 150 heures, un appareil de 200^{m^3} de mon système, fonctionnant sous 15^{atm} et dans lequel 1500^{kg} d'air passent par heure à l'état liquide, condenserait dans ses échangeurs à partir de 0° le poids et surtout

---

(1) Je passe sous silence ici la décarbonatation de l'air, réalisée économiquement par son passage, avant la compression, dans une solution de soude, facile à régénérer à froid avec un lait de chaux.

le volume formidable de 40^{kg} de givre, dix fois plus qu'il n'en faut pour obstruer l'appareil.

Mes études sur la récupération des liquides volatils, signalées dans une Note précédente ([1]), m'ont permis de donner à la question une solution assez inattendue.

Elle consiste à ajouter à l'air comprimé, avant son entrée dans les échangeurs et à l'aide d'un simple graisseur compte-gouttes, une quantité d'alcool à peu près égale à celle de l'eau qu'il renferme, soit simplement $0^g,5$ à 1^g par mètre cube d'air traité. Ce liquide se vaporise dans l'air; puis, conformément au mécanisme longuement expliqué dans ma Note précédente, il entraîne, sous la forme liquide au cours du refroidissement, la totalité de l'eau.

Je rappelle en deux mots que ce résultat est dû au fait que plus l'air atteint des régions froides de l'échangeur, plus les liquides condensés contiennent d'alcool et sont incongelables.

A priori, le succès de cette méthode n'était pas évident. Alors que, dans la Note précédente, j'avais à considérer des teneurs de 10^g à 20^g au moins de matières volatiles, j'ai dit qu'ici il ne peut être question que de 1^g d'alcool au maximum. Or il importe évidemment pour le succès de l'opération de retrouver avec toute l'eau la presque totalité de cet alcool. Le procédé doit donc être doué d'une efficacité bien supérieure à celle qui suffirait à son succès en tant que procédé de récupération.

Or si le mécanisme en question permet d'atteindre sans encombre la température de congélation du liquide volatil choisi, encore faut-il qu'à cette température la tension de ce liquide soit beaucoup moindre que celle de l'eau à 0°, car nous retrouverions sans cela dans une autre région des appareils les dangers d'obstruction évités au début. Mais justement cette condition est si parfaitement remplie par l'alcool, que sa tension vers -110° n'est pas le $\frac{1}{200}$ de celle de l'eau à 0°, en sorte que le résidu apte à se solidifier doit être tout à fait négligeable.

Effectivement j'ai pu faire fonctionner un appareil d'une façon parfaite avec ce système et, après plus de 150 heures de fonctionnement ininterrompu, la marche a été arrêtée volontairement en dehors de toute obstruction.

Ces essais ont été effectués sur nos appareils courants de 60^{m^3} d'oxygène à l'heure. La quantité d'alcool employée ne dépassait pas 200^g par heure, soit $0^g,5$ d'alcool par mètre cube d'air traité, et l'on récupérait aisément les $\frac{3}{4}$ de l'alcool sous une forme

---

([1]) *Comptes rendus*, 8 novembre 1909.

directement utilisable à nouveau. La dépense d'alcool ressort donc à peine à $\frac{1}{15}$ de centime par mètre cube d'oxygène. Très efficace comme on l'a vu, le procédé est donc d'autre part tout à fait intéressant au point de vue économique.

On doit, il est vrai, tenir compte du froid neutralisé par la liquéfaction de l'eau et de l'alcool; mais, outre qu'on pourrait y consacrer des frigories peu coûteuses, ce fait ne se traduit que par une augmentation très admissible d'environ 10 pour 100 de la pression de marche des appareils.

PHYSIQUE. — *Dissymétries dans le phénomène de Zeeman présenté par certaines bandes d'émission des vapeurs.* Note de M. A. **Dufour**, présentée par M. J. Violle.

J'ai montré précédemment (¹) l'existence de dissymétries de positions et d'intensités des composantes magnétiques de quelques raies d'émission et l'identité des résultats obtenus pour une même raie dans les deux modes principaux d'observation.

M. J. Becquerel (²) a trouvé des phénomènes du même genre relatifs aux composantes magnétiques des bandes du xénotime et étudié l'influence des conditions expérimentales sur leur nature et leur grandeur.

Pour voir si tous les résultats précédents pouvaient être généralisés, ce qui augmenterait leur importance théorique, j'ai repris, en l'étendant à de nouvelles bandes et avec des champs plus intenses, de l'ordre de 30000 unités, l'étude du phénomène de Zeeman présenté par les bandes des spectres d'émission des vapeurs, en m'attachant à rechercher si des dissymétries existaient.

I. *Dissymétries d'intensités.* — Je n'ai observé aucune dissymétrie notable d'intensités sur les bandes que j'avais déjà étudiées. D'autre part, ces recherches ont confirmé le résultat antérieur relatif à la bande D ($\lambda = 6036,9$) du fluorure de calcium : les composantes du doublet secondaire négatif fourni par chaque arête paraissent bien avoir les mêmes longueurs d'onde que celles des composantes du doublet principal positif correspondant.

J'ai photographié en plus les bandes $\lambda = 5291,08$ et $\lambda = 5292,98$ du même corps, désignées respectivement par B_1 et B_2 par M. Fabry; elles sont constituées d'arêtes dégradées vers le rouge. Chaque arête de la bande B_1,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1594, et *Le Radium*, t. VI, 1909, p. 298.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 914; t. CXLIX, 1909, p. 200 et 392.

observée normalement au champ, fournit six composantes magnétiques dont quatre vibrent perpendiculairement au champ et les deux autres (peut-être double chacune) vibrent parallèlement aux lignes de force. Il existe une dissymétrie d'intensité nette entre ces deux dernières composantes : celle qui est retardée est la plus intense. Chaque arête de la bande B_2 fournit une même décomposition ; on trouve aussi une dissymétrie d'intensité pour les composantes vibrant parallèlement au champ, mais plus faible et de sens contraire à la précédente. Quant aux composantes vibrant perpendiculairement aux lignes de force, les légères dissymétries d'intensités qu'on constate entre les composantes extrêmes s'observent dans les deux modes principaux d'observation, mais bien plus facilement dans l'observation longitudinale, car les composantes sont alors nettement séparées.

Ces bandes présentent un phénomène de Zeeman longitudinal remarquable. Chaque arête de la bande B_1 fournit dans ces conditions d'observation un doublet principal négatif (de l'ordre de $\frac{1}{5}$ de l'écart normal) *et* un doublet secondaire positif (de l'ordre de $\frac{6}{5}$). Pour la bande B_2, les résultats sont différents : chaque arête donne un doublet principal positif (de l'ordre de $\frac{2}{5}$) *et* un doublet secondaire négatif (de l'ordre de $\frac{6}{5}$). Ce qui est intéressant ici, c'est l'existence simultanée des deux effets positif et négatif avec des doublets de valeurs nettement distinctes. C'est le premier exemple d'une telle décomposition rencontré dans les spectres des vapeurs et il est particulièrement net (1).

La bande $\lambda = 6362,21$ du chlorure de strontium fournit aussi un exemple de dissymétries d'intensité pour le doublet formé par les vibrations parallèles au champ : la composante retardée est cette fois la moins intense.

Il est intéressant aussi de remarquer que l'observation du phénomène de Zeeman longitudinal montre que chaque arête de cette bande se comporte comme si elle comprenait à la fois : 1° une partie principale insensible au champ; 2° un doublet secondaire positif très visible (de l'ordre de $\frac{8}{5}$ de l'écart normal); 3° une partie négative difficilement visible, peu intense et donnant un effet beaucoup plus petit.

On constate en outre des *différences de netteté*. En particulier, pour les bandes B_1, B_2, lors de l'observation longitudinale, la seule commode, on trouve une différence de netteté entre les composantes formées de vibrations circulaires différentes; les composantes qui vibrent dans le sens des courants d'Ampère sont les moins nettes. Ce phénomène pourrait s'expliquer si l'on admettait que la partie dégradée des arêtes est discontinue, et que ses diverses parties ne se comportent pas exactement de la même manière.

---

(1) Ce résultat est à rapprocher des constatations faites par M. J. Becquerel sur la bande 5221 du xénotime (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 914). La bande D' du fluorure de calcium fournit un phénomène analogue, mais son étude est incommode.

II. *Dissymétries de positions.* — Dans cette recherche plus délicate, il s'agit maintenant de comparer la position des composantes à celle de la radiation primitive. On s'est limité aux bandes les plus faciles à étudier.

On a utilisé deux flammes identiques, l'une en dehors du champ magnétique, l'autre étant dans le champ, et l'on a photographié le spectre total des deux flammes à la fois, la pose étant de même durée pour les deux sources. Les expériences ont porté sur les bandes D, D″ du fluorure de calcium ($\lambda = 6036,9$ et $6064,5$), sur les bandes f et g du chlorure de strontium ($\lambda = 6613,6$ et $6619,8$), et les bandes E, E‴ du fluorure de strontium ($\lambda = 6511,8$ et $6632,4$).

Les doublets magnétiques fournis par les arêtes de ces bandes sont, en général, symétriques en position par rapport à l'arête d'où ils proviennent, autant que la précision des mesures, nécessairement faible ici par suite du dégradé de ces bandes, permet de le constater. Pour la bande D″ cependant, on observe une dissymétrie de positions des composantes du doublet formé des vibrations perpendiculaires au champ.

En résumé, on retrouve, pour des bandes à arêtes dégradées des vapeurs, des dissymétries d'intensités de quelques composantes magnétiques, analogues à celles que j'ai signalées pour les raies du chrome. Dans certains cas on constate une dissymétrie de netteté entre les composantes circulaires de sens différents, dissymétrie liée au sens du champ magnétique. Les doublets magnétiques fournis par les arêtes de la plupart de ces bandes admettent, aux erreurs d'expérience près, l'arête génératrice comme axe de symétrie de positions, sauf dans un cas que je signale. J'ai rencontré, au cours de cette étude, trois bandes dont chaque arête se décompose en deux doublets, l'un positif et l'autre négatif, avec des écarts très différents; l'une de ces bandes fournit même en plus une partie insensible au champ. J'ajouterai que les écarts des doublets magnétiques des arêtes des bandes des vapeurs paraissent être en rapport simple avec l'écart normal. J'ai entrepris des mesures précises, faites avec des champs intenses, pour fixer ce point important.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Du rôle de la capacité des électrodes dans la décharge des inducteurs.* Note de M. E. CAUDRELIER, présentée par M. E. Bouty.

J'ai établi dans une précédente Note (¹) que la théorie de Klingelfuss, relative à l'étincelle de décharge des inducteurs, ne semble pas pouvoir être

(¹) E. CAUDRELIER, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1257.

appliquée au cas où l'intervalle d'air, que traverse la décharge, présente seulement quelques centimètres de longueur; dans ce cas, en effet, j'ai montré que le condensateur intercalé sur le primaire ne joue pas un rôle essentiel dans la production des traits lumineux qui sillonnent l'étincelle. Je me propose d'édifier une nouvelle théorie permettant d'expliquer la formation de ces traits lumineux, et de montrer que la cause à laquelle il faut vraisemblablement rapporter ce curieux phénomène est toute différente de celle sur laquelle Klingelfuss avait porté son attention.

Soient M et N les bornes du secondaire de l'inducteur, A et B les deux électrodes entre lesquelles éclate l'étincelle; M est relié par un conducteur à A, et N est relié de même à B. Dans ces conditions, les expériences de Schnell font connaître que l'intensité du courant qui parcourt les conducteurs AM et BN subit un certain nombre d'oscillations (une dizaine au plus) (¹); d'autre part, dans l'étincelle, un soufflage convenable fait apparaître des traits lumineux dont le nombre est de l'ordre des centaines. Il en résulte qu'à chacune des oscillations du courant dans AM ou BN correspond toute une série de traits lumineux dans l'intervalle d'air AB et l'on est ainsi amené à rechercher comment un courant constant, dans les conducteurs AM et BN, peut donner lieu à des variations d'intensité lumineuse dans l'étincelle, variations que l'on ne saurait attribuer, d'après Töpler (²), aux oscillations du courant dans les fils métalliques aboutissant aux électrodes.

Remarquons dans ce but que les électrodes A et B jouent le rôle d'un condensateur de très faible capacité. Sous l'action du champ électrostatique créé entre B et B', l'air s'ionise, et les ions qui se dirigent vers les électrodes constituent le courant d'étincelle.

Appelons :

n et m le nombre d'ions négatifs et positifs par unité de volume entre les électrodes;
a la capacité des électrodes;
L leur distance;
K, K' les coefficients de mobilité des ions négatifs et positifs;
P la charge électrique des ions;
Q, Q' des coefficients constants;
i le courant dans AM et BN.

Équations du milieu. — Lorsque l'intensité X est supérieure à une certaine valeur X_0, l'ionisation se produit par le choc des ions négatifs contre les molécules d'air; dans l'unité de volume, le nombre d'ions formés pendant l'unité de temps est proportionnel au nombre de molécules d'air heurtées par les ions négatifs et à l'énergie de ces derniers au moment du choc.

(¹) Schnell, *Ann. der Phys.*, 4ᵉ série, t. XXI, 1906.
(²) Töpler, *Ann. der Phys.*, t. II, 1900, p. 594.

Les équations du milieu ionisé sont donc, quand X est supérieur à X_0,

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial n}{\partial t} + KX\dfrac{\partial n}{\partial x} = QnX^2, \\ \dfrac{\partial m}{\partial t} - K'X\dfrac{\partial m}{\partial x} = QnX^2. \end{cases}$$

Dès que l'intensité X atteint une certaine valeur X_1 supérieure à X_0, le choc des ions positifs contre les molécules d'air donne naissance à de nouveaux ions et le système (1) doit être remplacé par

$$(1')\quad \begin{cases} \dfrac{\partial n}{\partial t} + KX\dfrac{\partial n}{\partial x} = (Qn + Q'm)X^2, \\ \dfrac{\partial m}{\partial t} - K'X\dfrac{\partial m}{\partial x} = (Qn + Q'm)X^2. \end{cases}$$

Pour déterminer quelle est la solution des systèmes (1) et (1') qui convient au cas particulier que nous étudions, il serait indispensable de pouvoir écrire les conditions aux limites et les conditions initiales. Or, on ne connaît qu'une seule de ces conditions, qui est exprimée par l'équation

$$(2)\quad aL\frac{dX}{dt} = i - P(Kn_A + K'm_A)X,$$

dans laquelle n_A et m_A représentent le nombre de ions négatifs et positifs au voisinage de l'électrode A. Il faudrait donc faire quelque hypothèse sur les autres conditions aux limites et sur les conditions initiales; mais il est plus légitime de remarquer que l'étincelle, lorsqu'elle éclate entre deux électrodes cylindriques suffisamment longues, ainsi que cela avait lieu dans les expériences que j'ai effectuées, présente toujours un aspect homogène de l'une à l'autre électrode, en sorte que l'on est conduit à admettre que le courant d'étincelle j varie peu entre A et B. On posera donc

$$(3)\quad \left|\frac{\partial j}{\partial x}\right| < R,$$

R étant une quantité très faible.

Les égalités (1), (1') et (2) et l'inégalité (3) permettent d'expliquer la production des traits lumineux dans l'étincelle.

En effet, au moyen des équations (1) ou (1') et de l'inégalité (3), on voit aisément que l'on a, en désignant par ε_1 et ε_2 des quantités très petites,

$$m - n = \varphi(x) + \varepsilon_1,$$
$$Kn + K'm = f(t) + \varepsilon_2.$$

Par suite, les équations (1) ou (1') donnent

$$\begin{aligned} f'(t) + \frac{\partial(\varepsilon_2 - K'\varepsilon_1)}{\partial t} - KK'X\varphi'(x) + KX\frac{\partial(\varepsilon_2 - K'\varepsilon_1)}{\partial x} \\ = X^2[Qf(t) - QK'\varphi(x) + Q(\varepsilon_2 - K'\varepsilon_1)] \\ = X^2[(Q + Q')f(t) + (Q'K - QK')\varphi(x) + Q(\varepsilon_2 - K'\varepsilon_1) + Q'(\varepsilon_2 - K\varepsilon_1)] \end{aligned}$$

et ne peuvent être satisfaites que si l'une des deux quantités X ou $\varphi'(x)$ est très petite.

La première hypothèse, X très petit, correspond à l'étincelle d'équilibre, et l'on retrouve ainsi le cas étudié par J.-J. Thomson dans *The conduction of Electricity through Gazes*. Au contraire, pour le problème qui nous occupe, c'est la seconde solution qu'il convient de prendre, en sorte qu'on aura, quel que soit t et en désignant par ε_3 et ε_4 des quantités très petites,

$$\frac{\partial n}{\partial x} < \varepsilon_3 \quad \text{et} \quad \frac{\partial m}{\partial x} < \varepsilon_4.$$

Traits lumineux. — La surface

$$i - \mathrm{P}(\mathrm{K}n_\mathrm{A} + \mathrm{K}' m_\mathrm{A})\mathrm{X} = 0,$$

où X, n_A, m_A sont considérés comme les coordonnées d'un point de l'espace, est un cylindre dont les génératrices sont parallèles à la droite $\mathrm{X} = 0$, $\mathrm{K}\,n_\mathrm{A} + \mathrm{K}' m_\mathrm{A} = 0$, et dont la directrice, dans le plan passant par OX et perpendiculaire à cette droite, est l'hyperbole

$$i - \frac{\mathrm{PXZ}}{\sqrt{\mathrm{K}^2 + \mathrm{K}'^2}} = 0.$$

D'après cela, on voit que X, qui est d'abord nul, croît jusqu'à la valeur X_0, pour laquelle l'ionisation par choc commence; quand il obtient cette valeur, les valeurs n_{0_A}, m_{0_A} des quantités n_A et m_A sont encore très petites. Si la quantité R définie plus haut est elle-même assez petite pour que $\frac{\partial n}{\partial t}$ et $\frac{\partial m}{\partial t}$ ne s'annulent pas avant la différence $i - \mathrm{P}(\mathrm{K}n_\mathrm{A} + \mathrm{K}' m_\mathrm{A})\mathrm{X}$, on voit que X, ayant crû jusqu'à ce que le point X, n_A, m_A rencontre la surface cylindrique S, décroît ensuite jusqu'à ce qu'il reprenne la valeur X_0, pour laquelle l'ionisation par choc cesse. Comme l'ionisation par choc est accompagnée d'une vive lueur, il se produit dans l'étincelle un trait lumineux pendant le temps où X est supérieur à X_0.

Ensuite, X, ayant atteint la valeur X_0, continue d'abord à décroître; mais, comme les ions entraînés vers les électrodes ne produisent plus de nouveaux ions en heurtant les molécules, le courant d'étincelles s'affaiblit rapidement, les électrodes se rechargent et X se remet à croître jusqu'à la valeur X_0. Un second trait lumineux prend alors naissance, puis un troisième et ainsi de suite.

En résumé, le principe de cette interprétation consiste à faire jouer aux électrodes le rôle d'un condensateur percé, qui pourrait tout à la fois accumuler des masses d'électricité sur ses armatures et livrer partiellement passage au courant.

Je me propose de montrer prochainement que la théorie, dont je viens d'exposer les bases, rend compte, aussi bien que celle de Klingelfuss, de l'influence du condensateur primaire sur l'écartement des traits lumineux, et que, de plus, elle n'est pas en défaut dans le cas des étincelles courtes.

ÉLECTRICITÉ. — *Réactions chimiques et ionisation des gaz.* Note de MM. DE BROGLIE et BRIZARD, présentée par M. E. Bouty.

Nous avons fait connaître précédemment (¹) les résultats de nos recherches sur l'ionisation des milieux gazeux dans lesquels viennent de se produire des réactions chimiques. Ces observations (²), faites par la méthode ultramicroscopique, nous ont conduits à penser que *la conductibilité du gaz, quand elle existe, pouvait être attribuée à un phénomène autre que la réaction chimique : haute température, barbotage, éclatement de surface cristalline, etc., toutes causes susceptibles, comme on le sait, de produire des centres chargés.*

M. Reboul a étudié (³), depuis, la même question par la méthode électrométrique. La réaction chimique est effectuée à l'intérieur d'un condensateur dont l'un des plateaux communique avec l'électromètre. Ses résultats, concordant avec les nôtres pour un certain nombre de réactions, sont en désaccord avec eux dans d'autres cas. M. Reboul signale, par exemple, une conductibilité notable de l'air contenant des fumées de chlorure d'ammonium produites par la combinaison de l'acide chlorhydrique et de l'ammoniaque, alors que nous avons toujours trouvé cet air dépourvu de centres chargés. Le même auteur cite encore comme donnant des gaz conducteurs, *par voie purement chimique*, des réactions, telles que les oxydations du sodium fraîchement coupé et de l'aluminium amalgamé, les différents modes de production des vapeurs nitreuses, etc.

Nous avons repris ces expériences, avec un dispositif analogue à celui de M. Reboul, en nous attachant à éviter toutes les causes de conductibilité parasite, en particulier les dépôts de poussières conductrices à la surface des isolants et les phénomènes de convection entre les plateaux du condensateur.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 1457 et 1596.

(²) Nous avons examiné en particulier les fumées produites à l'air humide par les chlorures de phosphore, d'arsenic, d'antimoine, d'étain, etc., fluorures de silicium, les anhydrides sulfurique, phosphorique, les acides chlorhydrique, bromhydrique, azotique fumant, la projection dans l'eau du pentachlorure de phosphore, d'anhydrides phosphorique et sulfurique, la combinaison d'acide chlorhydrique et d'ammoniaque gazeux, du chlore avec l'arsenic et l'antimoine, de nombreux cas de combustion, les décompositions, par une faible élévation de température, du permanganate de potassium, d'un grand nombre de carbonates et d'oxydes, l'action violente de l'acide azotique fumant sur la benzine ou l'essence de térébenthine, les gaz hydrogène et carbonique récemment préparés, des cas de double décomposition, précipitation, etc.

(³) *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 110.

Les poussières ou les fumées, prenant naissance sur l'un des plateaux, peuvent, en effet, ne pas être électrisées par la réaction qui les produit et emporter néanmoins avec elles des charges du plateau à la surface duquel elles ont un instant appartenu.

Dans ces conditions, nous n'avons observé aucune conductibilité, ni pour le sel ammoniac, ni pour les vapeurs nitreuses. Une très faible conductibilité dans l'oxydation du sodium fraîchement coupé s'expliquerait par la formation, à la surface du métal, d'une foule de petites bulles, visibles du reste au microscope et produisant une sorte de barbotage.

Nous avons fait récemment sur l'ozone des expériences qui viennent encore à l'appui de notre interprétation ; l'action de ce gaz sur l'ammoniaque donne des fumées de sels ammoniacaux qui ne sont pas chargées, bien qu'elles prennent naissance dans une atmosphère où il y a destruction d'ozone (1).

Enfin, à la liste déjà longue des réactions chimiques ne produisant pas d'ionisation, M. L. Bloch a récemment ajouté la dissociation de l'hydrogène arsénié, la formation de l'anhydride sulfurique par contact, du chlorure d'arsenic (sans incandescence) et du chlorure de soufre.

En présence de ces résultats, nous continuons à penser que le bouleversement moléculaire dû à la réaction chimique, quand il n'entraîne pas de phénomènes tels que ceux dont nous avons parlé au début (haute température, barbotage, etc.), n'a pas tendance par lui-même à produire l'ionisation du gaz environnant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les conditions nécessaires pour que le platine se maintienne incandescent dans l'intérieur du brûleur Bunsen.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

La propriété que le platine, préalablement chauffé, possède de se maintenir incandescent dans un mélange d'air et de gaz d'éclairage est en rapport avec la composition de ce mélange, ainsi que je l'ai démontré (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1er février 1909, p. 292). En poursuivant mes recherches, j'ai été assez heureux pour découvrir certaines particularités inattendues qui conduisent à envisager ce phénomène d'une manière nouvelle.

---

(1) L'oxygène ozonisé, sortant de l'appareil à effluves de Berthelot, ne reste pas conducteur, s'il a été débarrassé de poussières avant son introduction dans l'appareil; évidemment l'effluve ionise le gaz au moment où elle le traverse, mais, dans ce cas, elle n'y produit pas d'ions persistants (gros ions).

Expérience. — Quand on introduit un fil de platine dans l'intérieur d'un brûleur Bunsen allumé, le fil échauffé et devenu incandescent garde son éclat quand bien même on l'enfonce. Mais si l'on a soin de le nettoyer préalablement, en le trempant dans l'acide chlorhydrique et en le chauffant, il perd sa propriété, l'éclat s'obscurcit et disparaît à mesure que le fil pénètre dans la cheminée du brûleur. Il est facile de lui rendre la propriété perdue, car il suffit pour cela de le passer entre les doigts, et de nouveau il se maintient incandescent dans le gaz à l'intérieur du brûleur. Cette série d'essais peut être répétée indéfiniment.

J'ai pensé qu'une telle différence d'action sur le mélange gazeux était due à une trace de substance déposée par les doigts à la surface du platine et, pour m'en convaincre, j'ai pris la précaution de me laver les doigts avec de l'eau distillée acidulée; après cela, le contact, même répété, des doigts et du fil de platine, nettoyé lui-même, n'a plus produit l'effet cherché; tandis que les doigts lavés au savon et à l'eau ordinaire ont repris leur vertu première. On peut montrer la sensibilité de ce genre d'investigation, procéder d'une façon plus délicate encore en se passant les doigts nettoyés sur le visage; ils reprennent ainsi leur efficacité, en s'imprégnant des traces de substance laissées sur la peau par l'eau des ablutions.

Il faut remarquer que la limite de combustibilité du mélange gazeux par incandescence est élevée dans le cas actuel. A l'intérieur du brûleur, la teneur en gaz est de 35 à 40 pour 100; or la limite supérieure d'allumage par flamme est de 33 à 35 pour 100 de gaz, mais je réserve pour le moment ce côté de la question.

J'ai adopté une disposition simple et commode pour ces expériences : elle consiste à recouvrir le brûleur d'un tube à essai d'analyse, maintenu par un bouchon de liège percé et fixé au brûleur; au fond du tube, on a pratiqué par soufflage un orifice qui devient l'orifice du brûleur modifié et qui porte la flamme. Latéralement on a soudé un petit tube permettant de faire les prises de gaz pour l'analyse. L'incandescence qui apparaît à travers le tube de verre se maintient aussi bien, que le brûleur soit allumé ou éteint.

Partant de cette idée que le phénomène était dû à la présence d'un peu de substance saline à la surface du fil de platine, je l'ai successivement trempé dans différentes solutions de sels de potasse ou de soude; mais, soit que les quantités de matière ainsi déposées sur le fil étaient trop fortes, soit pour d'autres raisons, ces premiers essais n'ont pas réussi comme je m'y attendais. J'ai pris ensuite de l'eau ordinaire qui servait à mes lavages, et j'ai obtenu ainsi des résultats réguliers. A partir d'une certaine limite, la durée de l'éclat du fil incandescent est en rapport avec le poids de la substance solide déposée.

Le fil dont je me servais, trempé dans l'eau ordinaire, a gardé son éclat pendant 15 minutes; trempé dans cette même eau diluée à 50 pour 100, pendant 6 minutes 30 secondes; dans la dilution à 25 pour 100, 3 minutes environ; à 12,5 pour 100, 1 minute 40 secondes; à 6,26 pour 100, 50 à 60 secondes; à 3,5 pour 100, 20 secondes environ.

La longueur du fil était $0^m,03$ et, quoique la surface fût irrégulière, je puis estimer le diamètre moyen à $0^{mm},8$, ce qui fait 15^{mm^2} pour la surface incandescente. Trempé dans les dissolutions, il gardait environ $2^{mg},5$ de liquide ; or, l'eau qui m'a servi laissait exactement $1^g,070$ de résidu solide par litre. Il s'ensuit que l'eau ordinaire laissait déposer sur le fil 2,6 millièmes de milligramme de substance solide et les dilutions successives : 1,3, 0,65, 0,32, 0,16 et 0,08 millième de milligramme. Il est donc facile de calculer le poids de substance déposé par le contact des doigts sur le fil de platine; si l'éclat persiste pendant 3 minutes, par exemple, c'est que le poids de substance déposé est de 0,6 millième de milligramme. On conçoit que l'on pourra évaluer ainsi des poids bien plus faibles encore. Il est entendu qu'une telle évaluation ne pourra se faire que pour des poids de même matière ou de matière également active.

Le résidu solide laissé par l'eau est principalement formé de sulfate de chaux, et c'est cette substance qui paraît être le principal agent du phénomène.

Il résulte nettement des faits que je viens d'exposer que ce n'est pas le platine qui provoque l'incandescence et la combustion convergente dans les conditions ci-dessus, mais que ce métal sert de *support* aux substances salines qui jouissent de cette propriété. De même s'explique aussi qu'on réussisse ou non l'expérience avec un fil de platine donné, suivant que ce fil a eu préalablement contact avec une substance saline capable de provoquer le phénomène.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Fonctionnement des explosifs de sûreté au nitrate d'ammoniaque en présence du charbon, du papier et de la paraffine.* Note de M. **H. Dautriche**, présentée par M. Vieille.

Les explosifs de sûreté à faible température de détonation, employés en France, sont à base de nitrate d'ammoniaque ; leur détonation dégage de l'oxygène libre. Lorsque ces explosifs sont employés dans la couche de charbon, ils peuvent être entourés de poussier de houille, et l'on peut se demander si l'oxygène dégagé ne peut pas brûler ce charbon en accroissant la température et le travail de l'explosif. L'hypothèse d'une telle combustion postérieure à la détonation proprement dite ne paraît pas avoir été admise jusqu'ici, et il n'en est pas tenu compte dans les réglementations françaises et étrangères sur les mines grisouteuses.

L'encartouchage des explosifs au nitrate d'ammoniaque nécessite, d'autre part, une forte proportion de papier et de paraffine. La combustion de ces éléments dans l'oxygène dégagé a déjà été envisagée, et l'on a constaté par l'essai au mortier tel qu'il se pratique aux stations de Frameries et de Lié-

vin que la présence de l'enveloppe diminue la charge limite n'enflammant pas le grisou.

L'étude de ces phénomènes présente un intérêt évident au point de vue de la sécurité des mines de houille. Nous l'avons entreprise en adoptant comme mode opératoire l'épreuve de rendement dans la terre.

On emploie des cartouches de 150g ou 200g amorcées au fulminate de mercure et on les fait détoner dans la terre au fond de trous de 1m de profondeur, sous bourrage de 70cm à 80cm de mâchefer. L'effet à la surface est négligeable et l'on obtient un globe ellipsoïdal dont le volume, déterminé par le diamètre et la hauteur, est proportionnel au travail de l'explosif dans le terrain. Le travail produit dépend encore, il est vrai, de la résistance du sol, mais la connaissance de celle-ci n'est pas nécessaire si l'on s'astreint à ne faire que des comparaisons. Pour éviter les erreurs dues aux irrégularités de consistance du terrain, chaque essai comprend d'ailleurs quatre trous de mine forés aux sommets d'un carré de 2m de côté; deux sommets opposés sont chargés avec le même explosif.

D'après les observations faites sur plusieurs explosifs, si f et f', t et t', q et q' représentent les forces (définition de Sarrau), les rendements dans la terre et les potentiels (chaleur dégagée, l'eau étant gazeuse) de deux explosifs, $\frac{t'}{t}$ est compris entre $\frac{f'}{f}$ et $\frac{q'}{q}$ et se rapproche plus du second de ces rapports que du premier. Dans cette épreuve la terre est donc presque un calorimètre qui présente l'avantage d'utiliser les explosifs dans des conditions très voisines de celles de l'emploi.

L'explosif étant renfermé dans une première enveloppe de papier, la cartouche est disposée au centre d'une deuxième enveloppe et l'intervalle est rempli par du poussier de charbon. On a généralement employé du charbon de bois; deux séries faites avec du charbon de houille bien pulvérisé ont donné les mêmes résultats. Voici, à titre d'exemples, les résultats de deux essais, chaque essai comprenant quatre trous de mine forés aux sommets d'un carré de 2m :

1. *Influence du charbon.* — Cartouches de 200g d'explosif à la densité de 1,0 entourées, s'il y a lieu, d'une couche de charbon de bois de 40g environ.

Cartouches sans charbon. Volume du globe : 59l-58l.

Cartouches entourées de charbon. Volume du globe : 70l-72l, d'où $\frac{t'}{t} = 1,25$.

2. *Influence des enveloppes.* — Cartouches de 29mm et 40mm contenant 200g d'explosif à la densité de 1,0; enveloppes comprenant environ 5g de papier et 5g de paraffine.

Cartouches de 29mm : volume du globe 67l-63l
Cartouches de 40mm : volume du globe 89l-91l

d'où $\frac{t'}{t} = 1,39$.

L'explosif employé comprenait 93 parties de nitrate d'ammoniaque et 7 parties de trinitrotoluène; sa température de détonation, calculée d'après les règlements du

Ministère des Travaux publics (chaleurs spécifiques de MM. Mallard et Le Chatelier), est de 1552°.

Le même explosif, encartouché dans des enveloppes minces en laiton de 30^{mm} ou 40^{mm} de diamètre, a donné des globes équivalents. Les résultats obtenus avec les enveloppes de papier doivent donc être attribués à une combustion des enveloppes variable avec le diamètre des cartouches.

Enfin les accroissements de rendements dus à la combustion des enveloppes ou du charbon entourant les cartouches n'ont plus été constatés lorsqu'à l'explosif suroxygéné au nitrate d'ammoniaque on a substitué l'acide picrique dont la détonation dégage de l'oxyde de carbone.

Les résultats obtenus montrent que dans les conditions des essais, conditions presque identiques à celles de l'emploi dans les mines, l'oxygène dégagé par les explosifs de sûreté au nitrate d'ammoniaque brûle le poussier de charbon entourant les cartouches. La discussion des résultats conduit, en outre, à admettre que cet oxygène est totalement utilisé et qu'il se forme de l'oxyde de carbone.

En ce qui concerne la combustion du papier et de la paraffine des enveloppes, il faut tenir compte du diamètre des cartouches. Pour des cartouches de 30^{mm}, la combustion est faible; elle est au contraire très importante pour des cartouches de 40^{mm}. Pour ces dernières, l'état final paraît dépendre principalement du poids des enveloppes, et, suivant le cas, il peut soit subsister de l'oxygène libre, soit se former de l'oxyde de carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouvelles synthèses de la vanilline.* Note de MM. **A. Guyot** et **A. Gry**, présentée par M. A. Haller.

Malgré les nombreuses méthodes de préparation des aldéhydes aromatiques dont s'est enrichie la Science depuis quelques années, c'est encore au moyen de l'eugénol qu'on produit une bonne partie de la vanilline actuellement consommée. Il faut en chercher les raisons, croyons-nous, dans la médiocrité des rendements des méthodes purement synthétiques, dans la formation simultanée d'aldéhydes isomères d'une séparation délicate et dans la facilité avec laquelle se résinifient, au contact d'un grand nombre de réactifs, la vanilline et les produits qui prennent intermédiairement naissance dans sa préparation.

Nous avons donc pensé qu'il n'était pas sans intérêt d'appliquer à la préparation de ce parfum les méthodes générales d'obtention des aldéhydes

aromatiques que l'un de nous (¹) a décrites dans une précédente Communication. Les résultats ont été des plus satisfaisants, et, si l'on en excepte un cas qui n'est d'ailleurs qu'une application indirecte de ces méthodes, nous avons obtenu dans toutes ces préparations une vanilline très pure, complètement exempte d'isomères et de matières résineuses; les rendements sont compris entre 70 et 80 pour 100 du rendement théorique et pourraient sans doute encore être améliorés par une mise au point plus étudiée.

A une solution de 250g de chlorure de zinc dans 500g d'acide acétique cristallisable on ajoute une molécule-gramme d'éther mésoxalique ou d'un éther $\alpha\beta$-dicétonique quelconque : éther dicétobutyrique $CH^3—CO—CO—CO^2K$, éther benzoylglyoxylique $C^6H^5—CO—CO—CO^2R$, etc. La condensation commence aussitôt et se poursuit lentement à la température ordinaire. Après 15 jours de contact, on chauffe le mélange à 50° pendant quelques heures, puis on étend d'eau et reprend par l'éther; la solution éthérée, lavée au carbonate de soude et débarrassée s'il y a lieu du gayacol par un courant de vapeur d'eau, nous a donné :

Le *paraoxymétaméthoxyphényltartronate de méthyle*

$$(OH)(CH^3O)C^6H^3—C(OH)(CO^2CH^3)^2$$

par condensation avec le mésoxalate de méthyle, prismes incolores et transparents fondant à 115°.

Le *paraoxymétaméthoxyphényltartronate d'éthyle*

$$(OH)(CH^3O)C^6H^3—C(OH)(CO^2C^2H^5)^2$$

par condensation avec le mésoxalate d'éthyle, longues aiguilles incolores fondant à 64°.

Le *paraoxymétaméthoxyphénylacétylglycolate d'éthyle*

$$(OH)(CH^3O)C^6H^3—C(OH)(CO.CH^3)(CO^2C^2H^5)$$

par condensation avec le dicétobutyrate d'éthyle, gros prismes incolores et transparents fondant à 61°.

Le *paraoxymétaméthoxyphénylbenzoylglycolate d'éthyle*

$$(OH)(CH^3O)C^6H^3—C(OH)(CO.C^6H^5)(CO^2C^2H^5)$$

par condensation avec le benzoylglyoxylate d'éthyle, grands prismes incolores fondant à 139°.

Tous les produits de condensation précédents se transforment quantita-

(¹) A. Guyot, *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 788.

tivement en acide vanilloylcarbonique par oxydation. Il suffit de chauffer les éthers acétyl- et benzoylglycoliques avec une solution aqueuse d'acétate de cuivre pour observer la formation, dès la température de 80°, de petits cristaux bruns constitués par un vanilloylcarbonate de cuivre basique, mélangé d'oxydule de cuivre. Les éthers phényltartroniques ne sont pas oxydés dans ces conditions par l'acétate de cuivre; mais, si après les avoir saponifiés par un excès de potasse aqueuse, on acidule la liqueur *préalablement refroidie*, et si on la porte de nouveau à l'ébullition en présence de chlorure cuivrique, on observe un dégagement régulier d'acide carbonique et une abondante cristallisation de chlorure cuivreux. Il y a encore eu oxydation et formation d'acide vanilloylcarbonique.

La décomposition de l'acide vanilloylcarbonique en vanilline et acide carbonique a déjà été étudiée par Tiemann (¹), Gassmann (²) et Bouveault (³). Aucune des méthodes préconisées par ces savants ne nous ayant donné de rendements satisfaisants, nous avons repris l'étude de cette réaction et avons trouvé dans la diméthylparatoluidine un catalyseur qui provoque quantitativement cette décomposition. Il suffit de chauffer parties égales d'acide et d'amine vers 170° jusqu'à cessation de dégagement gazeux. Le produit de la réaction, repris par l'eau acidulée, cède à l'éther une vanilline à peine teintée de jaune et présentant de suite le point de fusion du produit pur. Le rendement est pratiquement quantitatif.

On peut évidemment remplacer dans toutes les synthèses précédentes les éthers αβ-dicétoniques par les acides correspondants; toutefois ces derniers étant beaucoup moins stables que leurs éthers, on ne peut espérer obtenir dans ces conditions des rendements bien satisfaisants. L'expérience suivante, qui constitue une nouvelle synthèse de vanilline par condensation du gayacol avec l'acide *dioxosuccinique* $CO^2H - CO - CO - CO^2H$, le seul des acides αβ-dicétoniques pratiquement abordable (⁴), confirme entièrement ces prévisions.

On dissout 50ᵍ de dioxytartrate de sodium dans 300ᵍ d'acide sulfurique de densité 1,82 en agitant continuellement et évitant toute élévation de température. On ajoute ensuite 20ᵍ de gayacol pulvérisé et l'on continue à agiter jusqu'à dissolution complète.

(¹) Tiemann, *D. chem. G.*, t. XXIV, p. 2877.

(²) Gassmann, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 38.

(³) Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXVII, p. 576.

(⁴) On sait que le sel de sodium de cet acide $C^4O^6Na^2 + 4H^2O$ est utilisé dans l'industrie des matières colorantes sous le nom de *dioxytartrate de sodium*.

Le produit de la réaction, versé sur de la glace, cède à l'éther un acide incristallisable qui fournit un précipité cristallin de vanilloylcarbonate de cuivre par ébullition avec l'acétate de cuivre. La réaction est fort complexe et dépend de conditions de température et de dilution qu'il ne nous a pas été possible de déterminer avec précision. Le rendement en acide vanilloylcarbonique atteint à peine 15 pour 100 du poids de gayacol mis en œuvre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques produits de condensation du camphre.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. A. Haller.

Lorsqu'on chauffe en vase clos au voisinage de 280° le mélange qui résulte de l'action du sodium sur la solution toluénique du camphre, il se produit, ainsi que l'a montré de Montgolfier (*Annales de Physique et de Chimie*, 5e série, t. XIV, p. 101), une certaine proportion d'acide campholique et des composés huileux neutres, que ce savant croyait formés surtout de carbures colophéniques $(C^{10}H^{16})^n$. Il attribuait la formation de l'acide campholique à la réaction

$$C^{10}H^{16}O + C^{10}H^{17}NaO = C^{10}H^{17}NaO^2 + C^{10}H^{16}$$

ou un polymère.

Or, j'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 720) qu'à cette haute température le camphre était presque intégralement transformé par la soude caustique en acide campholique. J'ai dès lors pensé que, dans les expériences de de Montgolfier, cet acide provenait aussi de l'oxydation du camphre par la soude, cet alcali se formant au préalable dans quelque réaction de condensation entre le camphre ou le bornéol et le camphre sodé. J'ai cherché à isoler les produits de cette condensation et je suis parvenu à obtenir deux d'entre eux.

Pour cela, les composés huileux provenant de la réaction de de Montgolfier ont été soumis à la distillation fractionnée. Chacune des fractions a été analysée et l'on a pu constater que toutes renferment trop d'oxygène pour qu'on y puisse admettre la présence de carbures colophéniques.

Seules de toutes ces fractions, celles qui passent à la distillation entre 326° et 335° m'ont fourni des cristaux. Après quelques semaines d'exposition au froid, elles ont laissé déposer un produit solide, que des cristallisations dans l'alcool ont permis de séparer en deux composés définis répondant aux formules $C^{20}H^{30}O$ et $C^{20}H^{32}O$.

Le premier, de formule $C^{20}H^{30}O$, se comporte dans ses réactions comme le fait le diphénylcamphométhylène, que MM. Haller et Bauer ont obtenu

en condensant le camphre sodé avec la benzophénone (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 971). On peut donc le considérer comme résultant lui-même de la condensation du camphre sodé avec le camphre, réagissant par sa fonction cétonique : ce sera le *bornylènecamphre*

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHNa\\ |\\ CO\end{array}\right. + \left.\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH^2\end{array}\right\rangle C^8H^{14} = NaOH + C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C = C\\ |\quad\ |\\ CO\ \ CH^2\end{array}\right\rangle C^8H^{14}.$$

Le composé $C^{20}H^{32}O$, déposé en même temps que lui, peut encore s'obtenir, comme nous le verrons, par l'action de l'hydrogène naissant sur le bornylènecamphre. Il doit être considéré comme le *bornylènecamphre*

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH\\ |\qquad\ |\\ CO\quad CH^2\end{array}\right\rangle C^8H^{14}.$$

Le bornylènecamphre se présente en aiguilles prismatiques incolores, fusibles à 93°, de pouvoir rotatoire $\alpha_D = +69°,2$ en solution alcoolique.

Il est oxydé par le permanganate de potassium au centième, très lentement à froid, plus rapidement au bain-marie. Sa molécule se scinde en 2^{mol} d'acide camphorique.

Il est capable de fixer, par addition, 1^{mol} d'acide bromhydrique. Il suffit, pour cela, d'en dissoudre, à froid, 2^g dans 15^{cm^3} d'acide acétique saturé d'acide bromhydrique; après 4 jours de repos en tube scellé, on voit se former à la surface du liquide de petits cristaux incolores qui, purifiés par cristallisation dans l'alcool, fondent à 202°-203° et répondent à la formule $C^{20}H^{31}BrO$.

La fonction éthylénique du bornylènecamphre apparaît encore quand on le traite par l'hydrogène naissant. Sa molécule fixe 2^{at} d'hydrogène et donne le bornylecamphre $C^{20}H^{32}O$. Cette réaction s'obtient soit en faisant réagir à froid l'amalgame de sodium sur la solution alcoolique du bornylènecamphre maintenue constamment acide, soit en ajoutant peu à peu du sodium à sa solution dans l'alcool bouillant; elle est alors beaucoup plus rapide.

Le bornylecamphre cristallise dans l'éther de pétrole en aiguilles incolores, fusibles à 77°,5.

Le bornylènecamphre ne fixe pas le brome par simple addition. Si l'on conserve durant quelques jours sa solution dans le sulfure de carbone additionnée de la proportion théorique de brome, il se dégage de l'acide bromhydrique et la solution se prend en une masse cristalline. Il suffit d'essorer cette masse et de la faire recristalliser dans l'alcool méthylique pour obtenir à l'état de pureté le bornylènecamphre bromé $C^{20}H^{29}BrO$, qui se présente en petits cristaux incolores fusibles à 101°.

L'acide azotique fumant réagit sur le bornylènecamphre, déjà à froid, mais mieux à 40° ou 50° en donnant le bornylènecamphre nitré $C^{20}H^{29}(AzO^2)O$. Ce composé s'unit aux bases pour donner des sels. Son sel de sodium est peu soluble dans l'eau et l'on profite de cette propriété pour l'obtenir à l'état de pureté.

Le bornylènecamphre nitré, précipité par l'acide chlorhydrique de la solution de son sel de sodium, cristallise dans l'alcool en tablettes rhombiques incolores, fusibles à 204° en se colorant légèrement.

Son sel de sodium, beaucoup plus soluble dans l'eau à chaud qu'à froid, se dépose en feuillets nacrés incolores répondant à la formule

$$C^{20}H^{28}Na(AzO^2)O + 3H^2O.$$

Il est probable que le bornylènecamphre nitré répond à la constitution

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C & = & C \\ | & & | \\ CO & & HCAzO^2 \end{matrix}\right\rangle C^8H^{14}.$$

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les pédicelles floraux.* Note de M. **Henri Lecomte**, présentée par M. L. Mangin.

Les anciens botanistes appelaient *pédoncules* (de premier ordre, de deuxième ordre, etc.) les axes successifs d'une inflorescence, et *pédicelles* les dernières ramifications, ne portant qu'une seule fleur.

Au milieu du siècle dernier Adr. de Jussieu (¹), ayant constaté, sur le pédicelle d'un grand nombre de Malpighiacées, l'existence d'une cicatrice annulaire (*articulation*), appliqua le nom de *pédoncule floral* à la partie située au-dessous de cette articulation, en réservant le nom de *pédicelle* à la partie située au-dessus, jusqu'à la fleur. Il en résulta une confusion de termes qu'on retrouve depuis ce moment dans la plupart des Traités de Botanique, à l'exception de quelques-uns (²).

Les auteurs parlant spécialement ou non des pédicelles floraux ne respectent plus la distinction primitivement établie; les dénominations de pédoncules et de pédicelles sont indifféremment employées, et l'on a même appliqué le nom de *pédicelle* aux axes d'inflorescence du Platane et du Figuier par exemple.

Outre qu'il résulte de ce fait une confusion regrettable dans la terminologie botanique, il est clair que les conclusions tirées de tels travaux, au point de vue de la recherche des affinités, perdent singulièrement de leur valeur, puisque des organes de nature différente ne peuvent être valablement comparés au titre d'organes homologues.

En réalité il conviendrait de revenir aux termes primitivement employés

---

(¹) Adr. de Jussieu, *Monogr. de la famille des Malpighiacées*, Paris, 1843.

(²) Germain de Saint-Pierre, *Dictionnaire de Botanique*, Paris, 1870, et Ph. van Tieghem, *Traité de Botanique*, Paris, 1884, sont presque les seuls à avoir conservé la signification primitive du mot *pédicelle*.

et de réserver le nom de *pédicelle* à la dernière ramification d'une inflorescence, depuis la bractée jusqu'à la fleur, cette dernière ramification, terminée par une fleur unique, pouvant d'ailleurs porter latéralement une ou plusieurs bractéoles.

Mais le pédicelle, ainsi compris, présente souvent, sur sa longueur, une incision annulaire, au niveau de laquelle la fleur peut se détacher aussi nettement que se détachent les feuilles de nos arbres. C'est ce qu'on a appelé une *articulation*, et il suffit, par exemple, de considérer les fleurs d'un plant de pomme de terre, qui tombent si facilement sans donner de fruit, pour en avoir sous les yeux un cas aussi bien marqué que possible.

Malheureusement cette articulation n'a pas été signalée partout où elle existe.

L'examen de divers représentants d'une centaine de familles de Phanérogames nous a montré que cette articulation des pédicelles floraux est beaucoup plus fréquente qu'on pourrait le croire et que souvent même, quand elle ne se manifeste pas par un signe extérieur, elle n'en existe pas moins, sous la forme d'une zone transversale de cellules plus petites que les autres, à membranes plus minces et à contenu plus abondant.

L'articulation paraît être la zone définitive d'accroissement (par multiplication cellulaire) des parties de la fleur, comme la base d'un pétiole représente la zone définitive d'accroissement d'une feuille.

L'articulation n'est pas nécessairement une formation provoquée par la présence d'une bractéole, car dans beaucoup de cas, la région sous-articulaire porte plusieurs bractéoles non accompagnées d'articulation, et, d'autre part, un grand nombre de plantes ne présentent aucune trace visible de bractéole au niveau de la lèvre inférieure de l'articulation.

En somme l'articulation se présente comme une formation remarquable divisant très nettement un grand nombre de pédicelles en deux régions parfaitement distinctes et ayant, dans la plupart des cas, une structure très différente. Le pédicelle sous-articulaire a une structure qui procède de celle de la tige et des pédoncules; elle n'en diffère pas davantage que ne diffèrent les uns des autres les divers rameaux de l'appareil végétatif. Le pédicelle sus-articulaire présente au contraire une structure spéciale, provoquée par l'organisation prochaine de la fleur, dont les éléments commencent à se distinguer à partir de l'articulation. Souvent même, au moment de la formation du fruit, il se développe, à la lèvre supérieure de l'articulation, un bourrelet annulaire indiquant qu'il existe manifestement, en ce point, un obstacle à la circulation descendante.

La pubescence se modifie souvent au niveau de l'articulation, de même d'ailleurs que la coloration du pédicelle; le diamètre devient presque toujours plus grand, surtout lors de la formation du fruit (*Asparagus*); les faisceaux se séparent; la moelle et l'écorce modifient la grandeur et la répartition de leurs éléments; les cristaux deviennent plus fréquents dans les cellules, de telle sorte qu'à quelques millimètres de distance, pour un pédicelle parfois très long, il est possible de rencontrer des structures notablement différentes au-dessous et au-dessus de l'articulation.

Pour une espèce donnée, la longueur de la région sus-articulaire du pédicelle se montre à peu près constante, dans les mêmes limites que les dimensions de la fleur elle-même. Au contraire, la région sous-articulaire se montre plus variable.

Chez certaines plantes, l'articulation se trouve à la base du pédicelle, et la région sous-articulaire est donc très réduite ou nulle. On pourrait admettre, dans ce cas, que la fleur est presque sessile, puisque la région sus-articulaire n'est, en somme, que la portion inférieure de cette fleur (*Hedera Helix* L., *Croton ciliato-glanduliferus* Ort., *Hibiscus syriacus* L., etc., etc.).

Chez d'autres, l'articulation se montre à la naissance apparente du calice, et c'est alors la partie sus-articulaire du pédicelle qui est à peu près nulle (*Lagenaria vulgaris* Ser., *Bryonia alba* L., *B. dioica* Jacq., *Aralia speciosa, Manihot Glaziowii* Müll. Arg., etc., etc.).

Enfin, chez le plus grand nombre, l'articulation se trouve vers le milieu du pédicelle, ou du moins sur sa région moyenne, à une distance variable de la fleur, suivant les espèces (*Abutilon Darwinii* Hook., *A. Avicennæ* Gærtn., *Goodenia ovata* Sm., etc., etc.).

Or tous les auteurs qui ont eu l'occasion de parler de la structure des pédicelles ont cru bien faire en décrivant cette structure vers le milieu de la longueur de l'organe, c'est-à-dire, suivant les plantes, *au-dessus ou au-dessous de l'articulation*.

Il en résulte que, si la structure étudiée correspond à la région sous-articulaire, elle se rapproche beaucoup de celle des rameaux végétatifs; si, au contraire, elle est prise au-dessus, elle s'éloigne d'autant plus de cette structure que l'étude a été faite plus près de la fleur.

Ces considérations, tirées de l'étude des pédicelles à divers niveaux, expliquent amplement les anomalies signalées par les auteurs, et les conclusions qu'on a pu tirer de telles études, au point de vue des affinités des plantes, perdent la plus grande partie de leur valeur, puisqu'elles reposent sur des comparaisons injustifiées.

En résumé :

1° Il y a lieu de rétablir la signification primitive des termes *pédoncule* et *pédicelle ;*

2° Chez un très grand nombre de plantes phanérogames angiospermes, le pédicelle porte une *articulation ;*

3° Cette articulation marque le lieu d'origine véritable des parties de la fleur et, à partir de ce point, la structure se modifie sensiblement ;

4° Toute étude des pédicelles doit donc tenir compte de la présence de l'articulation ;

5° La présence et la situation des articulations constituent des caractères taxinomiques importants qu'il importe de ne pas négliger.

La présente Note est le résumé de l'une des parties d'un travail actuellement en cours de rédaction.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Études des vibrations laryngiennes.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai étudié, jusqu'ici, par les procédés de la Physique biologique, les vibrations de la parole ; des expériences d'analyse et de synthèse m'ont conduit à admettre que la voix était une vibration aéro-laryngienne intermittente renforcée ou transformée par les résonnateurs supra-laryngiens et en particulier par la bouche ; mais il fallait prouver directement que le larynx seul était capable de produire ces vibrations.

J'ai pu, chez le vivant, annuler complètement le rôle de la cavité buccale en la remplissant de stents, la substance dont se servent les dentistes pour prendre les empreintes ; un tube cylindrique indéformable traverse le stents et conduit les vibrations au dehors ([1]) ; il n'y a donc plus de vocable buccale, puisqu'il n'y a plus de résonnateur ; cependant le larynx produit parfaitement les cinq voyelles OU, O, A, E, I ; ce sont donc des voyelles laryngiennes ; du reste, leur tracé est caractéristique.

Il fallait pousser l'expérience plus loin, isoler complètement un larynx et lui faire rendre des sons analogues à ceux qu'il produit pendant la vie.

Ces expériences ont déjà été tentées par de nombreux physiologistes, et en particulier par Müller ([2]) sur des larynx morts et isolés : ce dernier

([1]) *Société philomathique*, série X, t. I, n° 2.

([2]) *Physiologie du système nerveux*. Paris, Baillière, 1840.

expérimentateur n'avait pu obtenir que des vibrations ne rappelant pas du tout celles des larynx vivants; et encore tendait-il les cordes vocales avec des forces bien supérieures à celles que peuvent déployer les muscles intralaryngiens (1^{kg} parfois); ces forces, chez le vivant, auraient arraché les aryténoïdes; on se trouvait donc bien loin des conditions normales. C'est pourquoi j'ai repris ces expériences sur des larynx de chiens.

Technique. — Trois heures après avoir avoir été injecté à la morphine, l'animal est endormi au chloroforme, et pendant le sommeil le larynx est enlevé avec l'os hyoïde et les cinq ou six premiers anneaux de la trachée; un tube de caoutchouc du même diamètre que la trachée est raccordé à celle-ci par un tube de verre mince, de manière à pouvoir faire passer un courant d'air dont on mesure la pression avec un manomètre métallique extra-sensible gradué en millimètres d'eau.

Cet air peut être pris dans un réservoir quelconque à 37° environ, ou bien on peut se contenter de souffler soi-même ou de faire souffler dans le tube de caoutchouc.

Les muscles laryngiens sont soumis à un courant d'induction produit par la petite bobine à chariot qu'on trouve dans tous les laboratoires; le courant primaire est produit par un seul accumulateur. On photographie le larynx au magnésium sur des plaques sensibles au rouge, car les muscles sont gorgés de sang, et l'on inscrit ces vibrations sur un phonographe.

Résultats. — 1° Si le larynx a été enlevé pendant le sommeil du chloroforme, les muscles peuvent se contracter pendant 3 à 10 minutes au plus; si l'on enlève le larynx immédiatement après la mort, le plus souvent on ne peut obtenir aucune contraction, car le sang artériel s'est écoulé.

2° Pour produire des vibrations, le courant d'air doit avoir une pression variant, comme chez l'homme pendant la phonation, entre 150^{mm} et 200^{mm} d'eau.

3° Si l'excitateur est placé au niveau des muscles crico-aryténoïdiens postérieurs, la glotte s'ouvre largement, les cordes vocales s'écartent au maximum; il n'y a aucun son.

4° Si l'excitateur est placé au niveau des ary-aryténoïdiens, les aryténoïdes se rapprochent et l'on obtient une belle note grave rappelant à s'y méprendre l'aboiement d'un chien sur une note continue de l'octave 1 (ces notes ont été inscrites au phonographe).

5° Si l'excitateur est disposé de manière à faire contracter, non seulement les ary-aryténoïdiens, mais encore les thyro-aryténoïdiens (cordes vocales), on obtient une note très pure et très aiguë : c'est une sorte de sifflet sur U, correspondant au hurlement des chiens qui, la nuit, aboient à la Lune.

Cette note a été obtenue sur un chien de taille moyenne; sur la photographie on voit que les sommets des aryténoïdes se sont croisés, la glotte est devenue très mince et très courte.

6° La hauteur de la note ne semble dépendre ni du courant ni de la pression de l'air, mais uniquement de la position de l'excitateur, c'est-à-dire des muscles qui se contractent.

7° En aucun cas les lois des vibrations des cordes ne m'ont paru s'appliquer aux vibrations des cordes vocales; celles-ci n'ont pas de son par elles-mêmes, c'est l'air qui vibre.

Conclusions. — 1° En prenant les précautions que j'ai indiquées, ces expériences sont très faciles à répéter dans des cours et des travaux pratiques; elles peuvent devenir classiques.

2° Les photographies montrent que, à chaque note, le larynx tout entier, épiglotte comprise, change de forme; les figures qu'on trouve dans les Ouvrages classiques ne donnent qu'une idée très vague de ce qui se passe réellement dans la pratique.

3° A chaque note correspond une forme spéciale de tout l'organe, et le larynx est un instrument de musique qui change de forme à chaque note.

4° Si l'on ajoute l'influence des résonnateurs supra-laryngiens, on comprend la diversité des tracés qu'on obtient pour une même voyelle. Si l'appareil inscrit tout, il est vrai de dire qu'il n'y a pas deux tracés pareils, car il n'y a pas deux sons absolument pareils.

5° Les cordes vocales n'agissent pas du tout comme des anches membraneuses en caoutchouc, et il n'y a aucune ressemblance entre les sons rendus par des anches en caoutchouc et les sons rendus par des larynx isolés.

6° Ces vibrations se produisent-elles au niveau de la glotte, c'est-à-dire au moment où l'air passe entre les cordes vocales, ou les ventricules de Morgagni ont-ils, comme le suppose Savart, une influence prépondérante? C'est une question que, pour le moment, il m'est impossible de trancher.

7° On comprend que la voix puisse disparaître subitement, sans lésions apparentes des cordes vocales, car tous ces muscles adducteurs et toutes ces articulations des cartilages laryngiens sont sujets à des lésions rhumatismales qui peuvent se produire en un temps très court.

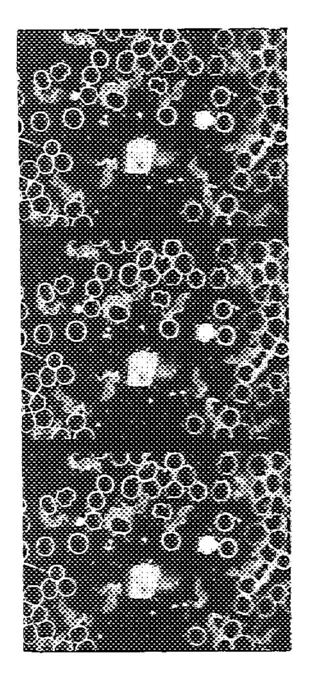
PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Cinématographie, à l'ultra-microscope, de microbes vivants et des particules mobiles.* Note [1] de M. J. **Comandon**, présentée par M. A. Dastre.

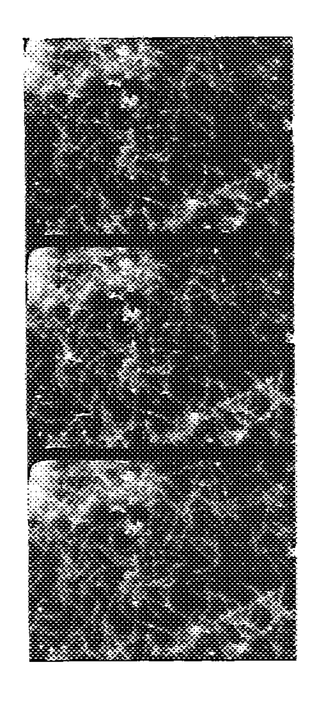
On a déjà tenté la cinématographie des préparations, au microscope ordinaire, éclairées directement, par conséquent par transparence.

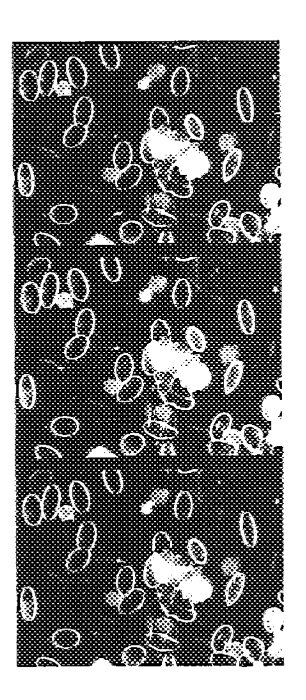
Les résultats sont satisfaisants, seulement pour des grossissements peu considérables ou pour des objets très opaques.

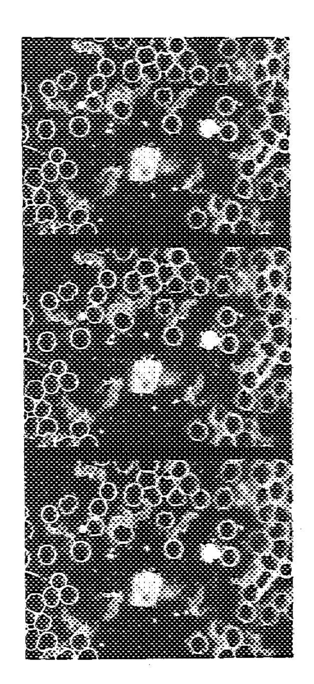
Nous avons eu l'idée de cinématographier les préparations microscopiques éclairées avec le dispositif de l'ultra-microscope. Dans cette méthode, le

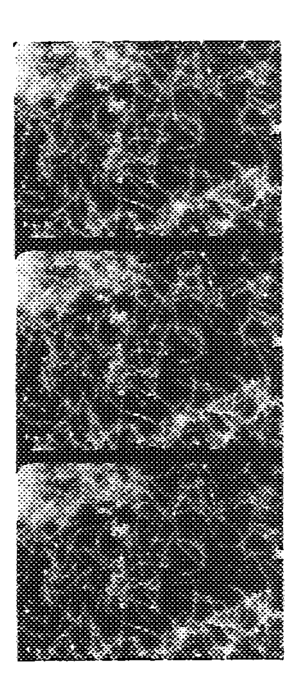
(1) Présentée dans la séance du 26 octobre 1909.

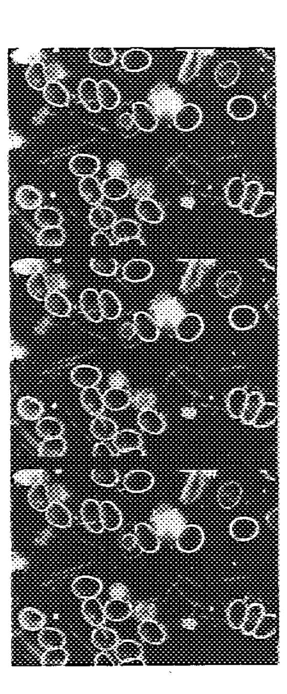


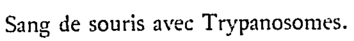











Sang de souris avec Trypanosomes.

Spirochètes de la balanite.

Sang de poule avec Spirochètes.

Film Pathé frères.

Imp. Berthaud, Paris

champ est noir et les objets apparaissent avec des contours très brillants; de plus, on voit des objets plus petits que ceux visibles au microscope.

Nous sommes arrivé, avec l'ultra-microscope, à obtenir des images cinématographiques nettes, non seulement des microbes mobiles, mais des granulations des polynucléaires du sang et de particules vraiment ultra-microscopiques, comme les granulations du sang étudiées sous le nom d'*hémokonies*. Ce sont des documents permettant d'étudier les mouvements des êtres microscopiques. Le cinématographe est le seul instrument qui nous donne vraiment le moyen de conserver des images reproduisant les préparations à l'ultra-microscope.

Voici le dispositif auquel nous nous sommes arrêté pour effectuer ces cinématographies.

La source lumineuse est une lampe à arc de 30 ampères, avec régulateur automatique. Par une lentille en verre mince, les rayons lumineux sont condensés, de façon que l'image du cratère positif de l'arc couvre le diaphragme du condensateur du microscope.

Le microscope est le modèle de Zeiss, muni du condensateur parabolique de Siedentopf, qui donne l'éclairage latéral, constituant l'ultra-microscope.

L'appareil cinématographique est celui de la maison Pathé que nous avons modifié pour ce but.

Il peut s'adapter au microscope par l'intermédiaire d'un soufflet. Le trajet de la pellicule a été changé de façon à rendre possible à l'opérateur la mise au point directement sur la couche sensible.

L'obturation, synchrone au mouvement de descente de la pellicule, est placée dans le faisceau lumineux avant qu'il n'atteigne la préparation. Ainsi, dans l'intervalle des temps de pose, les particules vivantes ne sont plus soumises à l'action de la lumière et de la chaleur de l'arc électrique.

L'appareil cinématographique est agencé sur un banc optique; son support très massif permet d'éviter autant que possible les vibrations.

Cet appareil peut être disposé à une distance variable du microscope.

Afin de donner exactement l'illusion du mouvement qu'on voit dans l'ultra-microscope, les vues cinématographiques doivent être prises à l'*allure normale*, c'est-à-dire de 16 photographies par seconde, ce qui fait une pose de $\frac{1}{32}$ de seconde pour chaque image. La quantité de lumière maximum, la sensibilité du film, le temps de pose étant des quantités à peu près fixes, c'est en faisant varier le grossissement que nous arrivons à obtenir des images avec l'éclairage optimum. Pour cela, nous faisons varier soit l'objectif, soit l'oculaire du microscope, soit encore la distance de la pellicule sensible à l'oculaire.

Le grossissement nous ayant donné les meilleurs résultats, par exemple pour les photographies du sang et de ses parasites, est obtenu avec l'objectif apochromatique

Zeiss 4^{mm}, l'oculaire à projection n° 4, la distance du film à l'oculaire étant de $0^{m},28$. Ceci nous donne sur le film un grossissement d'environ 280 diamètres.

Pour étudier les phénomènes et les mouvements d'une manière quantitative, nous avons l'intention de matérialiser le temps et l'espace d'une façon analogue à celle qu'ont employée M. Victor Henri et Mlle Chevreton [1], pour étudier les mouvements browniens : en cinématographiant, en même temps que la préparation, une échelle au $\frac{1}{100}$ de millimètre et l'ombre d'un balancier battant la seconde et qui passe dans le rayon lumineux.

Dès à présent, nous avons obtenu des résultats intéressants en enregistrant, par exemple, les mouvements des polynucléaires sanguins. En examinant séparément les photographies obtenues, on peut décomposer les mouvements de la membrane ondulante des trypanosomes, et nous possédons ainsi des documents sur les mouvements de divers spirochètes que nous avons étudiés dans un autre travail fait au laboratoire de l'hôpital Saint-Louis. (*Thèse de Médecine*, juillet 1909.)

Ces vues cinématographiques peuvent aussi servir à faire des numérations d'éléments qu'il est impossible de compter directement à cause de leur mobilité.

Par exemple, les petites particules mobiles du sang que Hayem et Ranvier avaient déjà entrevues sont rendues très visibles par l'ultra-microscope. Elles ont été nommées *hémokonies* par Müller [2], et dernièrement, Neumann [3], de Vienne, en a fait l'objet d'études intéressantes. Des expériences très nettes sur l'homme et les animaux lui ont montré que la plupart de ces particules avaient comme origine les graisses alimentaires. Nous-mêmes avons fait des expériences confirmant ces faits.

Neumann lui-même dit qu'il est difficile de faire des recherches comparatives exactes sur la présence de ces hémokonies, à cause de l'impossibilité de les compter, parce qu'elles sont animées de vifs mouvements browniens. Or, avec notre dispositif, nous pouvons prendre rapidement un grand nombre de photographies sur lesquelles les hémokonies de 1^{μ} et plus sont visibles et peuvent, par conséquent, être comptées.

Nous avons essayé de faire cette numération sur une série de sangs d'oiseaux, cinématographiés à l'allure normale, objectif 4^{mm} apochromatique de Zeiss, oculaire 4 à projection, longueur du tube microscopique 160^{mm},

(1) VICTOR HENRY, *Comptes rendus*, séance du 18 mai 1908, p. 1024.
(2) H.-F. MÜLLER, *Centralbl. f. allgem. Pathologie*, 1896, p. 529.
(3) ALF. NEUMANN, *Zeitsch. f. Physiol.*, 1907, n° 4, p. 102, et *Wiener klinische Wochensch.*, 1907, n° 28; 1908, n° 27.

distance du film à l'oculaire 280^{mm}. La surface de l'image photographique obtenue est de $18^{mm} \times 24^{mm}$.

En numérant, par ce moyen, les éléments dans le sang d'un oiseau à jeun, la moyenne de la numération de plusieurs images nous a donné, en divisant le nombre d'hémokonies par le nombre de globules rouges :

0,72 hémokonie par globule rouge. En opérant de même pour le sang d'oiseaux nourris de graines oléagineuses, nous comptons une moyenne de 12,5 hémokonies par globule rouge.

Ce procédé permet donc de faire des recherches précises sur la quantité d'hémokonies que contient le sang, selon ses états physiologiques.

En résumé, nous avons réussi à obtenir des images cinématographiques d'objets examinés à l'ultra-microscope. Cette méthode permet, d'abord, l'étude des mouvements des êtres vivants microscopiques dans leur état normal. De plus elle donne un moyen d'enregistrer et de numérer les éléments ultra-microscopiques, comme nous en avons donné un exemple dans l'étude des hémokonies.

MÉDECINE. — *Sur une endotoxine tuberculeuse de nature albumosique.* Note de M. **Baudran**, présentée par M. d'Arsonval.

Il est prouvé que le liquide de culture du bacille de Koch ne renferme que très peu de produits toxiques. Par contre, le corps des bacilles contient une endotoxine.

Pour l'extraire, nous avons employé le produit suivant. Les bacilles virulents sont traités par de l'alcool à 95° qui précipite : albumines, peptones, albumoses, et dissout la glycérine. On filtre et, à ces mêmes corps bacillaires, on ajoute successivement de l'éther, du chloroforme et enfin du toluène. Chaque dissolvant est éliminé au fur et à mesure de son action.

Le résidu est additionné d'eau qui solubilise facilement les peptones et les albumoses; on filtre sur papier mouillé. Le liquide résultant est concentré en présence de quelques gouttes d'acide sulfurique $\frac{1}{100}$. L'extrait obtenu est repris par de l'alcool. Se dissolvent seules, dans ces conditions, les albumoses et fort peu de peptones. On neutralise, on filtre et l'on évapore doucement. Le corps obtenu est parfaitement soluble dans l'eau froide.

Il possède des propriétés albumosiques. Sa solution précipite par le sulfate d'ammoniaque à saturation, par le ferrocyanure de potassium acétique. Il se colore en rouge par le réactif de Millon et ne dialyse pas.

Expérimentation physiologique. — En injection intrapéritonéale à des cobayes, tous les 8 jours pendant 1 mois, ou même moins, à la dose de 5^{cm^3}, ce produit fait périr les animaux.

Les phénomènes observés sont : une perte de poids considérable à la suite de chaque injection.

L'autopsie dénote un état congestif de tous les organes essentiels (foie, rate, poumons).

En suivant la même méthode on peut en isoler de très petites quantités de la tuberculine ordinaire.

Tous ces résultats ont été contrôlés.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le vol de l'insecte.* Note de M. L. **Bull**, présentée par M. Dastre.

Dans une Note précédente [1] j'ai décrit un dispositif chronophotographique qui permet la prise d'un grand nombre d'images par seconde. J'ai appliqué cette méthode à l'étude du vol chez l'insecte et je voudrais montrer ici les premiers résultats qu'elle m'a donnés. Ces recherches ont été faites à l'Institut Marey : elles ont été exécutées sur des sujets en pleine liberté, mais les résultats exposés dans cette Note se rapportent uniquement aux premiers instants du vol qui suivent le départ de l'insecte.

Trajectoire de l'aile. — Chez l'agrion au repos, les quatre ailes sont dressées au-dessus du dos dans un plan vertical, leurs axes étant dirigés dans le prolongement de l'axe antéro-postérieur du thorax. Au moment où l'insecte veut prendre son essor, il abaisse d'abord les ailes antérieures, ensuite les postérieures, les portant en avant de la tête. Les extrémités des ailes décrivent une courbe à concavité antérieure et supérieure dont la partie médiane coupe, à 45° environ, la direction du vol quand celui-ci est horizontal (voir la figure). La phase qu'on appelle généralement l'*abaissement de l'aile* est en même temps un mouvement d'arrière en avant.

Arrivées à la fin de leur course, les ailes, décrivant une boucle plus ou moins large, renversent le sens de leur mouvement et reviennent à leur point de départ. Les ailes postérieures décrivent une trajectoire semblable, mais avec un retard sur le mouvement des ailes antérieures qui varie de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{4}$ de révolution.

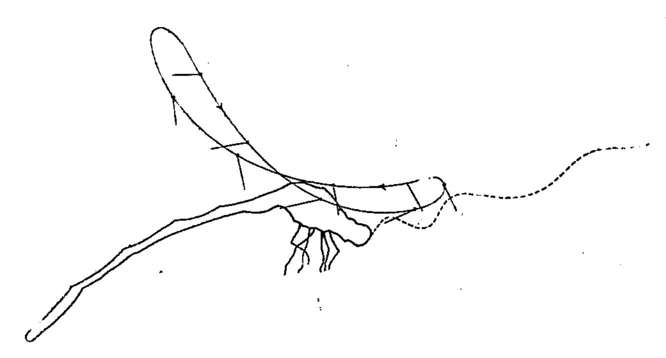
Les trajectoires des deux phases du mouvement ne coïncident pas exactement ; elles se croisent vers le milieu, de façon à dessiner, par rapport au corps de l'insecte, la figure en 8 de chiffre qui a été signalée par plusieurs auteurs [2]. Ce croisement des

---

(1) Bull, *Application de l'étincelle électrique à la chronophotographie des mouvements rapides* (*Comptes rendus*, 21 mars 1904).

(2) Marey, *Le mouvement.* Masson, éditeur, 1894. — Pettigrew, *On the Physiology of wings* (*Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, t. XXVI).

deux moitiés de la trajectoire se retrouve chez tous les insectes que j'ai examinés, mais la largeur des boucles à chaque extrémité est variable et varie chez le même individu suivant la direction de son vol.



Représentation schématique de la trajectoire décrite par l'aile de l'agrion, les inclinaisons du voile et la trajectoire d'un point du corps.

Inclinaisons du voile. — Pendant presque toute la période où l'aile s'abaisse et se porte en avant, son plan est sensiblement horizontal; arrivé à l'extrémité inférieure de la trajectoire, le voile subit une rotation brusque de 90°, quelquefois plus, autour de la nervure antérieure, et revient à son point de départ orienté verticalement. La construction de l'épure du mouvement, d'après les images photographiques, permet de tracer le déplacement du corps de l'insecte d'une image à l'autre et confirme ce que ces inclinaisons successives faisait prévoir, c'est-à-dire que l'abaissement d'arrière en avant des ailes a pour effet principal de soulever l'insecte, et leur retour d'avant en arrière d'assurer sa progression.

Il est probable qu'il n'en sera pas ainsi quand l'insecte aura atteint une certaine vitesse de translation, qui, chez de bons volateurs, peut dépasser de beaucoup la vitesse des ailes autour de leur trajectoire; il est évident dans ce dernier cas que l'action de l'aile ne peut être tout à fait pareille. Quoi qu'il en soit, le corps de l'agrion décrit au départ, comme l'avait supposé Lendenfeld (1), un trajet sinueux dont les portions ascendantes correspondent aux phases d'abaissement des ailes et les portions descendantes à celle de leur relèvement. A mesure que l'insecte gagne de la vitesse, ces sinuosités s'atténuent et finissent probablement par disparaître.

Changements de forme de la surface de l'aile. — La forme de la surface de l'aile se laisse facilement apprécier sur les séries d'images stéréoscopiques (2). Cette surface est plane au moment où l'aile passe par le point supérieur de sa trajectoire. Sur les autres points de sa révolution le voile se creuse légèrement, présentant toujours une surface concave du côté où l'action de l'air se fait sentir. Cette concavité change de

(1) Lendenfeld, *Der Flug der Libellen* (*Sitzb. der k. Akad. der Wissenschaften*, 1. Abth., 1881, t. LXXXIII, Wien).

(2) Bull, *La chronophotographie des mouvements rapides* (*Bull. de la Société philomathique*, 1904).

sens avec le changement de sens du mouvement de l'aile et elle est très marquée pendant les premiers instants de la phase de retour en arrière de l'aile. On observe aussi, au moment où l'aile va renverser le sens de son mouvement à cette extrémité de sa trajectoire, une torsion de son voile qui prend une forme contournée en lame d'hélice. Cette torsion est considérable chez les Diptères, dont les ailes présentent une certaine largeur près de leur base. Elle est moins manifeste chez l'agrion, à cause de l'étroitesse relative des ailes; mais l'ensemble des surfaces de ses deux ailes droites ou de ses deux ailes gauches a beaucoup de rapports, aux mêmes instants, avec la surface de l'aile unique, mais plus large, de la mouche.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La présure des Basidiomycètes.* Note de M. C. Gerber, présentée par M. Guignard.

La croissance rapide des Champignons supérieurs au moment de la formation de leur appareil sporifère, la destruction également rapide de ce dernier, permettent de supposer, chez ces végétaux, l'existence de ferments protéolytiques extrêmement actifs.

D'autre part, le genre de vie de ces êtres qui les oppose à la généralité des végétaux chlorophylliens, les limites étroites de température entre lesquelles le développement des chapeaux d'un grand nombre d'entre eux peut se manifester, autorisent à penser que ces ferments possèdent des caractères très particuliers.

Il était donc nécessaire, au cours de la longue enquête que nous poursuivons sur les diastases protéolytiques des plantes, d'étudier, sous leur facies présurant, celles de l'appareil sporifère de ces Champignons.

Nous résumerons, dans cette Note, les principaux résultats que nous ont donnés les Basidiomycètes, dont l'étude détaillée, portant sur 86 espèces ou variétés, a été publiée ailleurs [1].

Nous avons toujours opéré avec le suc frais, obtenu par expression le jour même ou le lendemain de la récolte et nous nous sommes astreint à ne prendre que des Champignons jeunes, sains, non parasités.

1° L'existence de la présure est un fait général chez les Basidiomycètes. Ces présures sont oxyphiles et calciphiles.

[1] Réunion biologique de Marseille 1909 : *La présure des Basidiomycètes*, par C. Gerber : I. *Son extrême diffusion. Relations entre l'activité présurante des Amanites et leur toxicité.* II. *Sa répartition dans les diverses parties de l'appareil sporifère.* III. *Relations entre sa résistance à la chaleur et les conditions de vie des Champignons.*

Activité présurante des sucs frais des Basidiomycètes rapportée à celle du suc de Amanita citrina *Sch. var.* mappa *Fr.*

I. HÉTÉROBASIDIÉS.

a. Calocéracés.

Calocera viscosa Pers.,	2,8.

II. HOMOBASIDIÉS.

a. Aphyllophoracés.

Clavariés.

Tlephora terrestris Ehr.,	1,1.
Clavaria corniculata Sch.,	2,6.
» *grossa* Pers.,	5,40.

Porohydnés.

Stereum purpureum Fr.,	2,3.
Polyporus adustus Wild.,	1.
» *betulinus* B.,	6,8.
» *hispidus* B.,	0,0.
» *giganteus* Pers.,	11.
Trametes Bulliardi Fr.,	54.
» *gibbosa* Pers.,	5.
» *suaveolens* L.,	11.
Dedalea borealis Wahlb.,	41.
Hydnum repandum L.,	0,9.

b. Agaricacés.

Bolétés.

Boletus aurantius Sow.	0,6.
» *badius* Fr.,	4,5.
» *cyanescens* B.,	1,5.
» *granulatus* L.,	1,4.
» *luteus* L.,	0,8.
» *variegatus* Swartz,	1,5.
» *scaber* B.,	0,4.
Paxillus involatus Batsch,	0,4.

Cantharellés.

Cantharellus cinereus Pers.,	0,2.
» *tubæformis* Fr.,	1,1.
Craterellus cornucopioïdes L.,	0,4.

Agaricés.

Collybia butyracea B.,	2.
» *fusipes* B.,	8,4.
» *grammocephala* B.,	1,9.
Mycena galericulata Scop.,	1,7.
Crepidotus mollis Sch.,	54.
Lactarius blennius Fr.,	0,0.
» *controversus* Fr.,	0,1.
» *piperatus* Scop.,	0,0.
» *rufus* Scop.,	7,2.
» *sanguifluus* Paul,	0,5.
» *volemus* Fr.,	0,0.
» *theiogalus* B.,	0,9.
Russula cyanoxantha Sch.,	0,6.
» *delica* Fr.,	0,0.
» *emetica* Sch.,	0,1.
» *nigricans* B.,	0,0.
» *virescens* Sch.,	0,1.
Hygrophorus ceraseus Wulf.,	0,6.
» *conicus* Scop.,	0,1.
» *eburneus* B.,	7,2.
» *nemoreus* Pers.,	6.
» *niveus* Scop.,	5,4.
Gomphidius viscidus L.,	0,0.
Clitocybe geotropa B.,	0,3.
» *infundibuliformis* Sch.,	7,7.
» *inversa* Scop.,	4,5.
Zaccaria laccata Scop.,	0,3.
Armillaria mellea Vahl.,	4,4.
Tricholoma albobrunneum Pers.,	11.
» *nudum* B.,	5,5.
» *saponaceum* Fr.,	2,6.
» *sulfureum* B.,	0,7.
Cortinarius Bulliardi Pers.,	6.
» *cotoneus* Fr.,	11.
» *sanguineus* Wulf.,	108.
Hebeloma sinapizans Paul.	0,5.
Pluteus cervinus Sch.,	2,2.
Lepiota rachodes Will.,	4,5.
Amanita citrina Sch.,	0,90.

Activité présurante des sucs frais des Basidiomycètes rapportée à celle du suc de Amanita citrina *Sch. var.* mappa *Fr.*

Amanita citrina var. *mappa* Fr.,	1,00.
» *muscaria* L.,	0,20.
» *pantherina* D. C.,	0,50.
» *phalloïdes* Fr.,	10,00.
» *rubescens* Fr.,	0,17.
» *solitaria* B. var. *strobiliformis* Witt.,	0,50.
» *vaginata* B. var. *cinerea*,	0,15.
» *vaginata* B. var. *fulva*,	0,16.
Entoloma lividum B.,	4.
» *nidorosum* Fr.,	6.
Pholiota caperata Pers.,	0,8.
Flammula carbonaria Fr.,	0,8.
Psalliota campestris L.,	1,1.
» *sylvatica* Sch.,	1,7.
Stropharia æruginosa Curt.,	1,3.
Hypholoma fasciculare Huds.,	6,1.
» *sublateritium* B.,	12.
Coprinus atramentarius B.,	0,9.
» *micaceus* B.,	0,4.
» *picaceus* B.,	0,5.

c. GASTÉROMYCÈTES.

Clathrés.

Phallus impudicus L.,	1,1.

Lycoperdés.

Lycoperdon piriforme Sch.,	0,9.

2° Tandis que les sucs de certains genres (*Trametes*, *Dedalea*, *Polyporus*, *Tricholoma*, *Cortinarius*) peuvent rivaliser avec les sucs les plus présurants des végétaux supérieurs et des animaux, d'autres (*Lactarius*, *Russula*, *Coprinus*) sont en général peu actifs, et parfois si faibles, qu'ils n'ont pu coaguler le lait dans les conditions où le Tableau ci-dessus des activités présurantes a été établi. (Température de coagulation, 40°; dose de suc, $0^{cm^3},50$; dose de lait bouilli acidulé à 10 mol : mg d'acide chlorhydrique par litre, 5^{cm^3}; durée maximum de l'expérience, 150 minutes).

3° Souvent de très grandes différences se rencontrent dans le pouvoir présurant des espèces d'un même genre. C'est ainsi que, sur 9 espèces ou variétés d'Amanites étudiées, une seule, *A. phalloïdes* Fr., a été capable, à la dose de 1^{cm^3} pour 5^{cm^3}, de coaguler les laits cru et bouilli non sensibilisés tant à 55° qu'à 40°; toutes les autres n'ont rien donné au bout de $2^h 30^m$. Cette coagulation est rapide et peut être utilisée pour reconnaître, dans les cas douteux, la phalloïde parmi toutes les autres Amanites. Si, d'autre part, toutes les Amanites coagulent le lait bouilli acidulé, il n'en reste pas moins que *A. phalloïdes* Fr. est 10 fois plus active que *A. mappa* Fr., 11,5 fois que *A. citrina* Sch., 20 fois plus que *A. pantherina* D. C. et 50 fois plus que *A. muscaria* L.; or on sait que, dans les empoisonnements par ces Champignons, la mort, qui est la règle avec le premier, est fréquente avec le deuxième et le troisième, rare avec le quatrième, exceptionnelle avec le cinquième. On

sait, en outre, que le principe actif des trois premières Amanites *si présurantes* et *si toxiques* est une *toxalbumine* : la phalline, tandis que celui des deux dernières, relativement *peu présurantes* et *peu toxiques*, est un *alcaloïde*, la muscarine.

Quant aux Amanites comestibles, elles sont encore moins présurantes que *A. muscaria* L., sauf *A. solitaria* B., dont l'activité se rapproche de celle de *A. pantherina* D. C.

4° Chez les Agaricacées et les Gastéromycètes, la partie la plus active du Champignon est la région hyméniale, sporifère; puis vient le reste du chapeau et enfin le pied. Chez les Aphyllophoracées, au contraire, la région hyméniale est moins active que le chapeau. Cette manière différente de se comporter de ces deux sortes de Champignons a son explication dans le développement de l'hyménium, qui est simultané chez les premières, successif et centrifuge chez les secondes. La partie sporifère est donc chez les uns, tout entière, au même moment, très active (formation des jeunes basides); elle est active seulement à sa périphérie chez les autres.

5° Par leur degré de résistance à la chaleur, les présures des Basidiomycètes se groupent :

a. Les unes, autour du suc de *Collybia fusipes* B. qui perd tout pouvoir caséifiant après 5 minutes de chauffe à 50°; elles sont très calciphiles et se rapprochent beaucoup des Mammifères; les Champignons correspondants sont, en général, parasites arboricoles et leur chapeau ne se développe qu'entre des limites de température assez étroites (automne).

b. Les autres, autour du suc de *Tricholoma nudum* B. et de celui de *Trametes Bulliardi* Fr. qui conserve encore, bien qu'atténué, son pouvoir caséifiant après 10 minutes de chauffe à 85°; elles sont peu calciphiles et se rapprochent beaucoup de la présure des végétaux supérieurs; les Champignons correspondants sont, en général, saprophytes et leur chapeau se développe entre des limites de température assez larges (été, automne, hiver pour *Tricholoma nudum* B.); quelquefois ils sont parasites arboricoles; mais leur chapeau est très résistant aux intempéries (*Polyporus, Trametes, Dedalea*).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence, dans le* Primula officinalis *Jacq., de deux nouveaux glucosides dédoublables par un ferment.* Note de MM. **A. Goris** et **M. Mascré**, présentée par M. Guignard.

Les racines fraîches de *Primula officinalis* Jacq., quand on les froisse fortement, dégagent plus ou moins rapidement, mais toujours de façon très nette, une odeur particulière qui rappelle d'abord celle de l'anis et finale-

ment celle du salicylate de méthyle. On peut supposer qu'une essence se forme, par réaction, entre deux corps normalement séparés et que le froissement met en contact. C'est ce que l'un de nous concluait de recherches entreprises en collaboration avec Mme Ducher [1].

On retrouve un phénomène analogue chez d'autres *Primula* et l'odeur dégagée après froissement varie avec les espèces et peut se ramener à trois types :

1° Odeur anisée : *Primula officinalis* Jacq., *Pr. capitata* Hook., *Pr. megasaefolia* Boiss. *et* Bal., *Pr. Poissonii* Franch., *Pr. denticulata* Sm., *Pr. rosea* Boyle, *Pr. mollis* Nutt. *ex* Hook., *Pr. verticillata* Forsk., *Pr. Forsterii* Stein., *Pr. japonica* A. Gray.

2° Odeur de salicylate de méthyle ou d'amyle : *Primula longiflora* All., *Pr. frondosa* Janka., *Pr. elatior* Hill., *Pr. vulgaris* Hill., *Pr. acaulis* Hill., *Pr. cortusoides* L., *Pr. obconica* Hance.

3° Odeur de coriandre : *Pr. Auricula* Linn., *Pr. pannonica* A. Kern., *Pr. Palinuri* Petagn.

Parmi les autres Primulacées, le *Dodecatheon Meadia* L. donne aussi par froissement une odeur d'anis.

C'est par l'étude du *Primula officinalis* Jacq. que nous avons cherché à résoudre le problème. Nos recherches nous ont permis d'y caractériser un ferment probablement spécifique, et deux glucosides dédoublables par ce ferment. Nous appelons le ferment *primevérase* et les glucosides sont la *primevérine* et la *primulavérine*.

Il s'agit bien d'une action fermentaire. Si l'on tue les ferments de la racine en la soumettant à la vapeur d'alcool à 105° à l'autoclave pendant quelques minutes [(méthode Perrot-Goris [2])], la racine froissée ne dégage plus d'odeur. En mettant en contact avec la racine stérilisée la racine privée de glucoside par lavages à l'alcool, l'odeur apparaît. Nous avons retrouvé le même ferment dans les diverses parties végétatives du *Primula officinalis* et le calice semble particulièrement actif. Ce ferment n'est pas l'émulsine, ni la myrosine, ni la bétulase. Ni l'un ni l'autre de ces ferments ne déterminent le dégagement de l'odeur de la racine stérilisée. Le liquide fermentaire d'*Aspergillus niger* n'agit pas davantage.

Ce même ferment existe dans d'autres Primulacées : *Samolus Valerandi* L., *Lysimachia vulgaris* L., *L. nemorum* L., *L. Nummularia* L.,

---

(1) Goris et Ducher, *Bull. Sc. pharmac.*, 1906, n° 10.
(2) Perrot et Goris, *Acad. Médec.*, 22 juin 1909.

Anagallis arvensis L., *Hottonia palustris* L., *Glaux maritima* L., *Androsace carnea* L., *A. sarmentosa* Wall., *A. lanuginosa* Wall., *Cyclamen latifolium* Sibth. et Sm.

Après avoir ainsi montré l'individualité probable de la *primevérase,* nous avons cherché à isoler de la racine de *Primula officinalis* le principe dédoublable, vraisemblablement de nature glucosidique. Nous en avons extrait deux glucosides par la méthode suivante d'extraction et de séparation.

Les racines sont stérilisées par la méthode Perrot et Goris, citée plus haut. Elles constituent ainsi la matière première des recherches ultérieures. Ces racines sont mises à bouillir avec l'alcool à 90°, en présence de carbonate de chaux. La liqueur alcoolique est distillée sous pression réduite; on en achève l'évaporation dans le vide sulfurique. L'extrait est alors trituré avec de l'alcool fort. Celui-ci abandonne une certaine quantité de volémite et de cyclamine, déjà signalées dans le *Primula officinalis* et qui gêneraient les opérations futures. La solution alcoolique filtrée est évaporée. L'extrait obtenu est alors épuisé par l'éther acétique hydraté. Après distillation et évaporation, on reprend par l'éther acétique anhydre qui abandonne une masse de cristaux blancs soyeux. Par des cristallisations successives dans l'éther acétique, on arrive à séparer deux glucosides. Tous deux sont solubles dans l'eau, dans l'alcool; ils sont inégalement solubles dans l'éther acétique anhydre et dans l'alcool absolu, ce qui permet leur séparation.

Primevérine. — Ce sont des cristaux blancs, fondant à 172°-173°, lévogyres; leur pouvoir rotatoire est de $-60°,24$. La solution aqueuse réduit légèrement la liqueur de Fehling.

Primulavérine. — Les cristaux aiguillés sont blancs, fondent à 160°-161° et possèdent un pouvoir rotatoire de $-66°,86$. Leur solution aqueuse réduit légèrement la liqueur de Fehling.

Nous avons vérifié à nouveau que l'émulsine n'agit pas sur ces glucosides. Après action du ferment, on ne perçoit aucune odeur et la déviation polarimétrique de la solution observée n'est pas modifiée.

Nous avons effectué le dédoublement par l'acide sulfurique dilué à l'ébullition. Dans ces conditions on perçoit avec chacun des glucosides une odeur d'anis très nette. Dans les deux cas, la liqueur fournit une osazone que la petite quantité obtenue ne nous a pas encore permis de caractériser définitivement.

La liqueur aqueuse, après dédoublement, est agitée avec de l'éther. Les liqueurs éthérées après évaporation abandonnent un résidu qui, dissous dans l'eau, se colore par addition de quelques gouttes de perchlorure de fer

dilué. La coloration obtenue est bleu franc avec la primavérine, lilas violet avec la primulavérine.

Les recherches précédentes nous semblent présenter mieux qu'un intérêt particulier. La présence de glucosides dédoublables par la primevérase dans quelques Primulacées peut être, nous semble-t-il, comparée, par exemple, à la présence du ferment myrosine et de glucosides dédoublables par ce ferment dans les Crucifères et les familles voisines. Les résultats que nous avons obtenus permettent de soupçonner ici l'application d'une nouvelle méthode à la recherche de glucosides non dédoublables par les ferments déjà connus : émulsine, myrosine, etc. Il n'est pas douteux qu'il existe d'autres plantes où se rencontrent des faits analogues. Nous poursuivons actuellement l'étude de ces faits et nous nous proposons d'étendre à d'autres Primulacées l'application de la méthode qui nous a permis d'obtenir les résultats précédents.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau type d'Insectivores* (Neotetracus sinensis) *de la Chine occidentale*. Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Ed. Perrier.

La faune de la Chine occidentale et du Tibet est restée longtemps ignorée des naturalistes. C'est seulement en 1870 que l'abbé Armand David fit parvenir au Muséum les premiers spécimens de cette faune qui frappèrent le professeur Alphonse Milne-Edwards par leur nouveauté. Ce savant naturaliste les fit connaître par une Note présentée à l'Académie des Sciences [1] et bientôt suivie d'un travail plus étendu [2] où toutes ces espèces nouvelles sont décrites et figurées avec le plus grand soin. C'est surtout en Insectivores que cette région centrale de l'Asie était riche : les genres *Anurosorex*, *Nectogale*, *Uropsilus*, *Scaptonyx*, etc., venaient prendre place dans les familles des Soricidés et des Talpidés, doublant presque le nombre des formes génériques qu'elles renfermaient déjà.

On pouvait croire que les actives et patientes recherches de l'intrépide missionnaire français n'avaient rien laissé à glaner dans cette région d'un si difficile accès. C'est pourtant de ces hautes contrées du Moupin et du Tibet oriental que provient un petit Insectivore que la mission catholique de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXX, 1870, p. 341.

(2) *Recherches sur les Mammifères*, 1871.

Ta-tsien-lou, dirigée par Mgr Biet, vicaire apostolique du Tibet, vient de faire parvenir au Muséum, au milieu d'un lot nombreux d'autres Mammifères déjà connus.

Cette fois, il s'agit d'un représentant de la famille des Hérissons (*Erinacéidés*), qui n'était pas représentée dans les collections de l'abbé David, mais ce type est dépourvu de piquants, comme les Insectivores de cette famille qu'on trouve dans la région malaise. C'est un lien de plus, après ceux déjà signalés, entre la faune de l'Insulinde et celle des hauts plateaux de l'Asie centrale. Ce qui est plus intéressant encore, c'est que ce type nouveau se rapproche, par sa dentition, d'une façon frappante, de certains petits Insectivores qui vivaient en France à l'époque oligocène et qui, décrits par Aymard sous le nom de *Tetracus nanus*, par Pomel sous celui de *Geotrypus acutidens*, ont été classés par eux près des Hérissons (¹).

C'est pour cette raison que le genre nouveau a été nommé NEOTETRACUS. L'espèce prendra le nom de *Neotetracus sinensis*.

Les formes de cette nouvelle espèce diffèrent beaucoup de celles des Hérissons. Elles sont très légères, indiquant un animal coureur et sauteur comme les Macroscélides africains qu'elle semble remplacer en Asie. Il est vraisemblable que les représentants européens tertiaires de la famille, qui s'en rapprochent par la dentition, avaient la même apparence et le même pelage dépourvu de piquants.

Le *Neotetracus sinensis* présente la formule dentaire suivante :

$$\mathrm{I}\,\frac{3-3}{3-3},\ \mathrm{C}\,\frac{1-1}{1-1},\quad \frac{3-3}{3-3},\ \mathrm{M}\,\frac{3-3}{3-3} = 40 \text{ dents.}$$

Ce chiffre n'est que de 36 chez les Hérissons ; il est au contraire de 44 dans les genres *Gymnura*, *Hylomys* et *Podogymnura* de la région malaise. Le *Neotetracus* se rapproche d'*Erinaceus* par l'atrophie de la canine qui n'est pas plus haute que les petites incisives qui précèdent et les petites prémolaires qui suivent, tandis que cette canine est bien développée dans les trois autres genres. Sous ce rapport, comme par la forme du crâne, de ces trois genres c'est *Hylomys* qui présente le plus d'affinités avec *Neotetracus*. Mais ce dernier, tout en constituant un type plus généralisé et plus primitif qu'*Erinaceus* dont il se rapproche manifestement, offre dans sa dentition des particularités tout à fait spéciales.

Le *Neotetracus sinensis* est un petit animal de la taille de notre Mulot des champs (*Mus sylvaticus*), à tête allongée, à nez proéminent en forme de courte trompe, à oreilles grandes, arrondies, à queue bien développée. Sous ce rapport, comme sous

(¹) Au sujet des affinités de ces deux genres fossiles, voyez FILHOL, *Annales des Sciences géologiques*, t. XII, 1882, p. 8 et suiv.

celui du pelage, il se rapproche du *Podogymnura truei*, des îles Philippines, récemment décrit par Mearns. Ce pelage est doux, d'un brun teinté de roux avec de longs poils noirs qui dépassent et qui sont plus abondants sur le dos. On ignore les mœurs, qui doivent ressembler à celles des Macroscélides, dont *Neotetracus* a les pattes postérieures très allongées.

L'espèce habite Ta-tsien-lou, province de Se-tchouen (Chine occidentale), par 2545^m d'altitude.

La découverte de ce type nouveau, qui se rapproche par sa dentition d'*Erinaceus*, tout en présentant le pelage dépourvu de piquants des Gymnurinés sud-asiatiques, forcera les naturalistes à modifier la caractéristique des deux sous-familles (*Erinaceinæ* et *Gymnurinæ*). On devra les fondre en une seule, ou bien, si l'on classe *Neotetracus* dans les *Gymnurinæ*, cette sous-famille ne pourra plus être caractérisée que par la nature du pelage.

GÉOLOGIE. — *Sur le Nummulitique des Alpes orientales*. Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. Douvillé.

On peut distinguer les trois zones sédimentaires suivantes :

1° *Zone helvétique du Flysch*. — Cette zone bien connue contient les gisements célèbres du Kressenberg et de Mattsee; le Lutétien seul y est bien représenté et est constitué par du Flysch avec des intercalations de calcaires à *N. complanatus*, *N. distans*, *N. irregularis*, *Assilina*, etc. C'est la continuation directe du Flysch lutétien de la Suisse orientale.

2° *Zone septentrionale de la nappe de Bavière*. — On peut distinguer deux groupes principaux : 1° les environs de Reichenhall, où il n'y a que du Priabonien; 2° les environs de Reit im Winkel, Kufstein, Häring, où il n'y a que de l'Oligocène.

a. Environs de Reichenhall. — On peut distinguer dans ce Nummulitique trois grands horizons, lithologiques plutôt que paléontologiques : 1° à la base, des calcaires zoogènes à *Lithothamnium*, *Miliolidés*, *Orthophragmina* (petites), *Nummulites Fabianii* Prev. (Hallthurm, Nierenthal); 2° des marnes grises, avec des intercalations de bancs calcaires, gréseux et conglomératiques, contenant *Orthophragmina Pratti*, *O.* sp., *Nummulites contortus-striatus*, *N. Fabianii*, *Operculina*, *Heterostegina reticulata*, *Cyclolites Heberti*, *Pectunculus Jacquoti*, et toute une faunule de Mollusques priaboniens (Weissbach, Schwarzbach, etc.); 3° des grès calcaires, à *Orthophragmina Pratti*, *Nummulites* cf. *contortus-striatus*, *Num. Fabianii*, formant les buttes du Plainberg et du Wartberg.

Tout l'ensemble du Nummulitique de Reichenhall est d'âge priabonien, comme le

prouve d'une façon certaine la coexistence, depuis la base jusqu'au sommet, des *Orthophragmina* et de *Num. Fabianii*.

b. Reit im Winkel. — Le Nummulitique débute transgressivement sur le Trias par des conglomérats qui passent à leur partie supérieure à des grès contenant *Nummulites intermedius* d'Arch; au-dessus vient un niveau de marnes très fossilifères, contenant une faune de Mollusques et des Polypiers; et la série se termine par des assises gréseuses. Il n'y a pas trace *d'Orthophragmina*; la faune de Polypiers, étudiée par Reis, a les affinités les plus étroites avec les faunes oligocènes d'Oberburg et de Polschitza en Carinthie, et avec celle de Castel-Gomberto dans le Vicentin. La faune de Mollusques comprend, d'après Deninger, *Natica crassatina* et *Strombus radix*, espèces très caractéristiques de l'Oligocène du Vicentin. Il ne semble pas douteux que les couches de Reit im Winkel ne soient oligocènes.

c. Häring. — Les couches de Häring contiennent à la base les couches de houille depuis longtemps exploitées, et que surmontent des schistes marneux bitumineux qui ont fourni la riche flore étudiée par Ettingshausen. Au-dessus viennent des marnes, exploitées en certains endroits pour ciment, et contenant une riche faune de Mollusques décrite par Dreger. Ces marnes contiennent des intercalations de calcaires organogènes, à *Lithothamnium*, *Miliolidés*, Polypiers, petites Nummulites, identiques comme facies à ceux de Hallthurm. *mais ne contenant pas une seule Orthophragmina*.

La flore de Häring a toutes ses affinités avec celles de Stotzka et de Sagor, qui appartiennent à l'Oligocène supérieur ou au Miocène inférieur; au point de vue des Foraminifères, il n'y a pas d'autre élément significatif que l'absence constante des *Orthophragmina*, et cela dans des facies où elles sont en général abondantes. Les Polypiers étudiés par Reis sont presque tous des espèces des couches oligocènes de Reit im Winkel, d'Oberburg et de Polschitza en Carinthie, de Crosara et de Castel-Gomberto dans le Vicentin, de Sassello dans le Piémont. La faune de Mollusques est très spéciale. En somme l'hypothèse de l'âge oligocène des couches de Häring est celle qui en explique le mieux les particularités.

3° *Environs de Guttaring.* — La lecture des travaux de Redlich montre que les terrains secondaires sur lesquels repose le Nummulitique de Guttaring ont les facies de la nappe de Bavière, tels que l'a définie M. Haug. Ce Nummulitique est constitué, d'après Penecke et Redlich, par une série d'assises d'eau douce ou saumâtre à la base, devenant marines à leur partie supérieure et contenant alors *N. aturicus*, *N. complanatus*, *Ass. exponens*, *Conoclypeus conoideus*, etc. C'est là du Lutétien supérieur.

Conclusions. — La reconstitution des zones sédimentaires de facies par la remise en place des nappes n'est pas aussi simple pour le Nummulitique que pour les terrains secondaires. C'est ainsi qu'il convient de distinguer, dans la seule nappe de Bavière, deux zones sédimentaires : une zone septentrionale (Reichenhall, Reit im Winkel, etc.) où le Priabonien ou l'Oli

gocène sont transgressifs, et une zone méridionale (Guttaring) où la série débute par le Lutétien.

Si nous reportons par la pensée cette nappe sur l'emplacement de sa racine, que M. Haug situe au voisinage de la zone du Gailthal, nous comprenons mieux les affinités de faunes qu'il y a entre les couches de Reit im Winkel et de Häring et celles d'Oberburg et de Polschitza en Carinthie, et les affinités des flores de Häring et de Stotzka. Enfin le Nummulitique de Guttaring a déjà certains caractères qui le rapprochent de celui des Dinarides : c'est la présence de couches ligniteuses à *Faunus combustus* et la présence d'*Alveolina longa* Czizek, qui est très répandue, d'après Penecke, en Istrie et en Dalmatie.

M. Henri Mémery adresse un *Essai de comparaison entre les variations quotidiennes de la température à Bordeaux, Pau et Biarritz, et les variations quotidiennes des taches solaires pendant l'été* 1909.

M. G. Hyvert adresse deux Notes intitulées : *Sur un nouveau procédé d'expertise légale des sols présumés contaminés par des infiltrations fécales*, et : *Sur les réactions colorimétriques des nitrates de bases différentes.*

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 novembre 1909.

Institut de France. Académie des Sciences. *Observatoire d'Abbadia : Observations faites au cercle méridien en* 1908, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sorreguieta, Beigbeder, Dupouy, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire. Hendaye (B.-P.), imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1909; 1 vol. in-4°.

Diverses publications rapportées par M. G. Darboux de son voyage en Amérique à l'occasion des fêtes Hudson-Fulton :

— *The largest office building in the world. Church street terminal buildings of the Hudson and Manhattan railroad Compagnie : Hudson river tunnel system.* New-York [1909]; 1 fasc. in-8°.

— *Fortieth annual Report of the American Museum of Natural History, for the year* 1908. New-York, 1909; 1 vol in-8°.

— Hudson-Fulton edition. *Popular official guide to the New-York Zoological Park*, by William T. Hornaday, with maps, plans and illustrations. New-York, Zoological Society, 1909; 1 vol in-12.

— Hudson-Fulton celebration Commission. American Museum of Natural History. *The Indians of Manhattan Island and vicinity*, by Alanson Skinner, a Guide to the special exhibition at the Museum of Natural History. New-York, septembre 1909; 1 vol. in-8°.

— Hudson-Fulton publication. *The Indians of Greater New-York and the Lower Hudson*, by Clark Wissler. (*Anthropological papers of the American Museum of Natural History*, t. III.) New-York, septembre 1909; 1 vol. in-8°.

— Hudson-Fulton celebration number. *The American Museum Journal*, t. IX, number 6, october 1909. New-York; 1 fasc. in-8°.

Discours prononcés le 6 *juin* 1909 *à l'inauguration d'une plaque commémorative sur la maison où est né Amédée Bonnet.* Lyon, A. Rey et C[ie], 1909; 1 fasc. in-4°. (Hommage de M. E. Bonnet.)

Icones Mycologicæ, par Boudier; 6[e] série, livraison 26. Paris, P. Klinksieck, 1909; 1 fasc. in-4°.

Précis de Parasitologie, par J. Guiart, avec 549 figures noires et coloriées. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909. (Présenté par M. Bouchard.)

Traitement des tumeurs malignes par les étincelles et effluves de haute fréquence, par M. J.-A. Rivière. (Extr. des *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, fasc. 10, octobre 1909.) Lille; 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent, par le D[r] Raphael Dubois, avec 10 figures dans le texte et 4 planches hors texte, dont une en couleur. Paris, J.-B. Baillière et fils; Lyon, A. Rey, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Université de Besançon. *Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon;* XII[e] et XIII[e] *Bulletins météorologiques*, années 1906 et 1907, publiés par A. Lebeuf, Directeur de l'Observatoire. Besançon, 1909; 1 fasc. in-4°.

Chile en 1908, por Eduardo Poirier, obra dedicada a los Senores delegados y adherentes al IV. Congreso cientifico (1° Pan-Americano) : 25 deciembre de 1908 al 5 de enero de 1909. Santiago-du-Chili, 1909; 1 vol. in-4°. (Transmis par M. le Ministre des Affaires étrangères.)

Notes sur la vie familiale et juridique de quelques populations du Congo belge, par A. Hutereau, publiées avec la collaboration du baron A. Haulleville et du D[r] J. Maes. (*Annales du Musée du Congo belge : Ethnographie et Anthropologie;*

3e série : *Documents ethnographiques concernant les populations du Congo belge;* t. I, fasc. 1). Bruxelles, 1909; 1 fasc. in-folio. (Transmis par M. le Ministre des Colonies de Belgique.)

The Institution of Mechanical Engineers : Proceedings, parts 1-2, 1909. Londres; 1 vol. in-8°.

Nova acta regiæ Societatis scientiarum upsaliensis; 4e série, t. II, fasc. 1. Upsala, 1907-1909; 1 vol. in-4°.

Historia e Memorias da Academia real das Sciencas de Lisboa; nova serie, 2a classe; t. XI, parte II. Lisbonne, 1909; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 NOVEMBRE 1909.

Correspondance entre Lejeune Dirichlet et Liouville, publiée par J. TANNERY. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. J. Tannery.)

Leçons sur la théorie de la croissance, professées à la Faculté des Sciences de Paris, par ÉMILE BOREL, recueillies et rédigées par ARNAUD DENJOY. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

The wild animals of Hudson's day and the Zoological Park of our day, by WILLIAM-T. HORNADAY; published by the Hudson-Fulton Commission, in cooperation with the New-York Zoological Society. New-York, septembre 1909; 1 fasc. in-8°. (Offert par M. Darboux.)

Algunas propriedades de los potencias de los numeros enteros, por DE ANGEL NORIEGA DULCE. Valladolid, 1909; 1 fasc. in-12. (Transmis par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Sur une étoile filante observée simultanément à Buc (Seine-et-Oise) et à Besançon, par PAUL BRUCK. (Extr. du *Bulletin de la Société astronomique de France*, octobre 1909.) Paris, 1 fasc. in-8°.

Le vol ramé et les formes de l'aile, par le commandant L. THOUVENY; avec 17 figures dans le texte. Paris, Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La fièvre de Malte à Constantinople, par PIERRE APÉRY. Constantinople, imp. A. Christidis, 1909; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'Hygiène et de Salubrité des Commissions sanitaires et des autres Services intéressant l'Hygiène de la Loire-Inférieure pendant l'année 1908, présenté à M. V. RAULT, Préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, 1909; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1908-1909; 6e série, t. VI. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1909.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le noircissement des feuilles vertes.* Note de MM. L. **Maquenne** et **Demoussy**.

Dans une précédente Communication (¹) nous avons montré que le brunissement de certaines feuilles éclairées par une source riche en rayons ultra-violets est dû à la mort des cellules épidermiques. Cette mort n'est d'ailleurs pas toujours accompagnée d'un changement de coloration, et nous avons cité comme exemple à ce sujet les feuilles de *Tradescantia discolor* et les pédales de dahlia, qui ne noircissent pas à la lampe et chez lesquels pourtant il est facile de reconnaître la mort du protoplasma à son inertie vis-à-vis des solutions plasmolysantes.

Pour ce qui est du noircissement électrique, il est clair, si notre interprétation est exacte, que le même effet doit se manifester dans toutes les circonstances qui provoquent, comme les rayons ultra-violets, la dégénérescence du protoplasma. C'est ce qui a lieu, et nous avons pu reproduire exactement les mêmes phénomènes par la chaleur et l'asphyxie chloroformique, avec cette seule différence que la chaleur en fait apparaître encore d'autres, qui sont de nature à nous éclairer sur le mécanisme du noircissement. Disons de suite, bien que nos expériences ne soient peut-être pas assez nombreuses pour nous permettre une affirmation absolue, que vraisemblablement les seules feuilles qui noircissent par insolation élec-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 756.

trique sont celles qui noircissent aussi par la chaleur ou la chloroformisation.

La réciproque peut n'être pas vraie, car l'épiderme des feuilles est parfois capable d'absorber assez complètement les rayons chimiques pour les empêcher d'atteindre les cellules intéressées, exerçant ainsi sur elles une protection remarquable. L'aucuba nous en offre un excellent exemple : alors qu'un temps très court d'exposition à la température de 100° ou aux vapeurs de chloroforme suffit à le noircir profondément, il lui faut au moins 6 heures d'éclairage, à 20^{cm} de la lampe à mercure, puis 24 heures de repos, pour présenter seulement quelques petites taches brunes, indices d'un commencement d'altération. A la même distance, le laurier reste indemne après 3 heures d'insolation dans un tube de quartz ou à l'air libre; mais, si on le rapproche de la lampe jusqu'à 7^{cm} ou 8^{cm}, il se produit après trois quarts d'heure une émission d'acide cyanhydrique assez abondante pour que l'odeur suffise à la reconnaître; rien de pareil, naturellement, ne s'observe dans un tube de verre, ce qui prouve bien que la mortification est uniquement due aux rayons ultra-violets de faible longueur d'onde.

Les faits que nous rapportons dans cette Note sont relatifs aux feuilles de figuier et de troène, très sensibles à la lumière électrique, ainsi qu'aux feuilles de lierre et d'aucuba, qui le sont beaucoup moins. Avec cette dernière espèce l'expérience est particulièrement frappante, la feuille passant du vert clair semi-transparent au brun noir opaque.

I. Une feuille d'aucuba, de figuier, de lierre ou de troène que l'on plonge à moitié, soit dans l'eau bouillante pendant un instant, soit dans l'eau à 65° pendant une minute, soit encore dans une atmosphère chargée de vapeurs de chloroforme, ne tarde pas à brunir dans sa partie mortifiée comme si on l'avait soumise pendant plusieurs heures au rayonnement de la lampe à mercure. Bien qu'infiniment plus rapide, l'effet est, comme dans ce dernier cas, progressif, ne se manifestant que par le repos et augmentant peu à peu d'intensité jusqu'à un maximum variable avec chaque espèce.

La lenteur relative de ce phénomène suggère immédiatement l'idée d'une influence diastasique, comparable à celle qui s'exerce dans les tissus de la betterave ou de la russule noircissante exposés à l'air. Il semble, en effet, que la présence de l'oxygène soit indispensable au brunissement des feuilles de troène, mais il nous a été impossible de constater la moindre différence de vitesse ou d'intensité dans le noircissement de feuilles d'aucuba, chloroformées à l'air ou à l'intérieur de tubes scellés vides de gaz, et cela même

après une attente préalable de 96 heures, largement suffisante pour que les feuilles aient pu absorber les dernières traces d'oxygène présentes dans le résidu gazeux ou dissoutes dans le suc cellulaire. D'ailleurs le parenchyme des feuilles d'aucuba ne colore pas la teinture de gayac; nous verrons bientôt l'explication de cette anomalie apparente.

L'intervention d'une oxydase dans le noircissement des feuilles n'est donc pas, comme on aurait pu le croire, toujours nécessaire, mais dans tous les cas le phénomène paraît être d'ordre diastasique, et c'est encore l'action de la chaleur sur les feuilles qui va nous en fournir la preuve.

II. Si, au lieu de plonger la feuille dans l'eau bouillante pendant seulement 1 ou 2 secondes, comme nous l'avons fait ci-dessus, on l'y laisse séjourner pendant 2 minutes, de manière à la porter dans toute son épaisseur à la température uniforme de 100° et à détruire ainsi toutes les diastases présentes dans la partie chauffée, on constate qu'elle ne brunit plus que suivant la ligne de séparation des deux moitiés, morte et vivante. Si on l'immerge complètement, la disparition totale des diastases entraîne la cessation de tout phénomène ultérieur; ainsi une feuille de lierre maintenue 2 minutes dans l'eau bouillante ne change plus de teinte quand on la soumet ensuite à l'action du chloroforme ou des rayons ultra-violets.

Encore ici l'aucuba offre une particularité curieuse : si l'on conserve à la température ordinaire une feuille de cette espèce, cuite assez longuement pour ne plus renfermer d'enzymes, on la voit après quelques heures noircir encore, beaucoup moins vite, mais d'une façon presque aussi intense que si elle n'avait été portée qu'à 65°. C'est parce que l'action diastasique est ici accompagnée d'une action purement chimique, heureusement assez lente pour ne pas masquer la première : l'hydrolyse de l'aucubine par les acides du suc cellulaire, succédant à son hydrolyse diastasique [1]. L'émulsine étant comme on le sait l'agent principal de cette réaction, on s'explique sans peine pourquoi le noircissement des feuilles d'aucuba, dont le mécanisme se trouve ainsi complètement élucidé, s'effectue aussi bien dans le vide qu'à l'air libre.

Pour détruire les diastases de l'aucuba sans provoquer un noircissement complet, le mieux est d'enfermer un fragment de feuille dans un très petit tube scellé qu'on chauffe pendant 1 ou 2 minutes à 115°-120° dans un bain

---

[1] On sait que l'aucubine se dédouble par fixation des éléments de l'eau en glucose et une substance brune insoluble dans l'eau (BOURQUELOT et HÉRISSEY, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1441, et t. CXXXVIII, p. 1114).

de glycérine ; il ne se produit plus alors que quelques rares taches brunâtres, accompagnées d'un obscurcissement général qui néanmoins conserve à la feuille une certaine translucidité.

De même une feuille d'aucuba, maintenue pendant 2 ou 3 minutes dans l'alcool bouillant, se teinte à peine dans l'eau froide parce qu'elle est devenue incapable de fournir une réaction diastasique, tandis qu'elle noircit encore, cette fois par hydrolyse chimique, dans l'eau à 100°.

Les feuilles d'aucuba ou de troène ne brunissent pas par dessiccation à froid, car les cellules ne meurent qu'après avoir atteint un degré de déshydratation tel que la diffusion y est devenue impossible ; mais si, après les avoir séchées dans le vide sulfurique, on les trempe dans l'eau, elles noircissent à la température ordinaire aussi bien que les feuilles fraîches à chaud. C'est qu'en effet elles renferment encore tous les éléments nécessaires à ce changement de couleur.

III. L'action diastasique dont nous venons de parler résulte évidemment du mélange des sucs cellulaires rendus diffusibles par la mort des tissus ; donc l'enzyme et le principe chromogène des feuilles noircissantes sont, dans la vie normale, isolés à l'intérieur de cellules distinctes. Cette conclusion n'est autre chose qu'un cas particulier de la règle générale énoncée d'abord par M. Guignard à la suite de ses travaux sur la localisation de l'émulsine et de la myrosine, puis étendue par le même auteur [1], ainsi que par MM. Mirande [2] et Heckel [3], à un grand nombre de plantes à glucosides nitrilés ou aromatiques.

On sait que chez celles-ci la contusion suffit pour provoquer l'action diastasique ; il en est de même pour les espèces noircissantes, et si l'on écrit avec un corps dur sur une feuille d'aucuba, en appuyant assez pour rompre les cellules sous-jacentes, on voit bientôt les caractères se détacher en noir sur le fond resté clair du parenchyme intact.

Des colorations semblables ont été observées depuis longtemps sur certains champignons, ainsi que sur les jus de betteraves ou de fruits ; il est facile de faire apparaître un dessin quelconque sur une pomme en appliquant sur sa surface un écran découpé à jour et la soumettant ensuite à l'action de l'air chloroformé. Si l'on fait abstraction de la nature de l'enzyme qui est en jeu dans chaque cas, ce sont là des phénomènes du même ordre.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 91.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 140.
(3) *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 829.

Ces nouvelles recherches confirment nettement les résultats de notre premier travail; elles nous permettent en outre d'énoncer les conclusions suivantes :

1° Le noircissement des feuilles par les radiations ultra-violettes n'est pas dû à une action spécifique de ce rayonnement; il a également lieu sous toutes les influences qui déterminent la mort du protoplasma ou mieux le mélange des sucs cellulaires, entre autres la chaleur, la chloroformisation et le broyage mécanique.

2° Ce phénomène est la conséquence d'actions diastasiques et rentre dans la catégorie des faits observés pour la première fois par M. Guignard dans ses recherches sur la localisation des principes végétaux.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Les récupérations de décharge dans les moteurs à combustion interne.* Note de M. **A. Witz.**

La production industrielle de l'air liquide et l'abaissement de son prix de revient ouvrent le champ à de remarquables applications reposant sur l'emploi de l'oxygène pur, dont M. d'Arsonval a entretenu l'Académie : il en est une autre, dont j'ai indiqué la possibilité, il y a plusieurs années, sur laquelle je demande la permission de rappeler l'attention en complétant et en précisant mon idée.

Les gaz chauds de la décharge d'un moteur, alimenté de gaz pauvre, par aspiration, peuvent être refoulés directement du cylindre à la cuve du gazogène : on réintégrera de la sorte dans le cycle, non seulement le carbone emporté par les gaz brûlés à l'état d'anhydride carbonique, mais encore la vapeur d'eau et les produits incomplètement brûlés, en même temps qu'on utilisera le calorique sensible de ces gaz et même leur force vive. On réaliserait donc ainsi une circulation continue et indéfinie du carbone, qui serait constamment remis en œuvre.

C'est à MM. Biedermann et Harvey qu'appartient l'idée de fournir de l'anhydride carbonique à un gazogène : ils ont fait ressortir l'avantage de cette opération, qui n'obligerait plus de brûler du charbon.

Or j'emprunte ce gaz au moteur desservi par le gazogène et je le prends chaud et saturé de vapeur d'eau. Il suffirait d'une colonne de coke maintenue incandescente pour produire les réactions

$$CO^2 + C = 2\,CO \quad \text{et} \quad C + H^2O = CO + 2H;$$

les calories nécessaires à ces transformations seraient fournies par les gaz chauds, venus du moteur directement, sans être refroidis, et la cuve serait maintenue de la sorte à la température élevée qui convient. Le gaz pauvre, débité par la cuve, serait lavé et épuré à l'ordinaire avant d'être admis au cylindre et de recevoir l'appoint d'oxygène pur requis pour constituer le mélange tonnant. Étant donné que la mise en route initiale du groupe moteur-gazogène s'effectuerait nécessairement en fonctionnant d'abord à l'air, de la façon habituelle, à cycle ouvert, une certaine quantité d'azote et d'anhydride carbonique non réduit resterait dans la circulation et constituerait, dans la marche en cycle fermé, le diluant indispensable pour amortir les explosions brisantes du mélange formé à l'oxygène pur.

La pratique que je suggère conduirait à une très notable économie de combustible, attendu que la colonne réductrice de coke incandescent ne subirait qu'une légère diminution et que par suite la consommation de charbon serait faible; les chaleurs perdues à l'échappement, qui figurent pour près de 30 pour 100 au passif du bilan des moteurs, seraient récupérées; enfin, la force vive de la décharge serait utilisée pour produire la circulation dans le cercle fermé constitué par le gazogène et le cylindre moteur, et le secours apporté par elle à l'aspiration du moteur compenserait sans doute la perte résultant de la contre-pression exagérée, produite par l'introduction de la décharge dans la cuve, plus ou moins obstruée par la colonne de coke incandescent. Il suffirait du reste d'une soupape placée sur la conduite pour limiter cette contre-pression à une valeur déterminée et envoyer à l'air libre l'excès de gaz éventuellement produit.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Vaccination antituberculeuse chez le bœuf.* Note de M. S. Arloing.

Mes premières tentatives de vaccination antituberculeuse remontent à 1884. Je les ai renouvelées en 1896-1898, lorsque j'eus modifié la virulence du bacille de la tuberculose par un mode de culture particulier, et enfin reprises avec plus de continuité à dater de la Communication de Von Behring, en 1902.

J'ai indiqué mes résultats, pour la première fois, à Melun, en 1904, et, depuis, dans la collection des Rapports à la Caisse des Recherches scientifiques de 1904 à 1907.

Mes dernières expériences, confirmatives des précédentes, m'autorisent à

formuler des conclusions pratiques, au moins provisoires, qu'on trouvera ci-après, précédées d'une exposition très résumée des conditions dans lesquelles toutes mes expériences ont été faites.

Des vaccins. — J'emploie à ce titre les variétés indéfiniment transmissibles des bacilles humains et bovins (de préférence les variétés bovines) que j'ai fait connaître à l'Académie (voir *Production expérimentale de variétés transmissibles de bacilles de la tuberculose et de vaccins antituberculeux*, juin 1906). Ces variétés sont actuellement des races fixes possédant plusieurs des propriétés générales des bacilles de Koch ordinaires, mais incapables de déterminer des lésions tuberculeuses appréciables sur les jeunes bovins lorsqu'on les inocule en observant les règles indiquées ci-après. Par suite, elles sont incapables de nuire aux animaux soumis à leur influence. Elles satisfont donc au vœu récemment exprimé au Congrès international vétérinaire de La Haye. Enfin, elles sont sans danger pour le vaccinateur.

Ces vaccins, dont les souches tirées des Mammifères sont modifiées simplement par accoutumance à vivre dans la profondeur du bouillon à des températures particulières, donnent à mon procédé son originalité et sa caractéristique.

De la vaccination. — J'ai essayé plusieurs modes de vaccination, car il était important de connaître le plus efficace ou le plus facile à appliquer.

Pour la vaccination par voie intra-veineuse, j'injecte deux fois dans la jugulaire, à deux mois d'intervalle, une culture bovine âgée de 1 mois environ : la première fois, $0^{cm^3},5$ à 1^{cm^3}, selon la taille du sujet; la seconde fois, $1^{cm^3},5$.

Pour la vaccination sous-cutanée, je fais de même deux séries d'injections à 2 mois d'intervalle. Dans la première série, j'inocule 2^{cm^3} au cou et 2^{cm^3} au flanc. Dans la seconde série, je pousse deux inoculations semblables sur l'autre face du corps.

Enfin, lorsque j'adopte la voie digestive, je fais ingérer une première fois 15^{cm^3} de culture et une seconde 20^{cm^3}.

Dans tous les cas, j'entretiens l'immunité par des injections sous-cutanées.

Phénomènes consécutifs. — Quel que soit le mode adopté, la sensibilité à l'effet hyperthermisant de la tuberculine apparaît toujours à la suite de la première inoculation. Elle diminue peu à peu, souvent reste douteuse, pour réapparaître après la seconde inoculation. La réaction est fréquemment négligeable 6 ou 8 mois après cette dernière inoculation.

Dans la vaccination intra-veineuse, la première injection entraîne une hyperthermie éphémère vers le milieu de la seconde semaine, la deuxième injection provoque des troubles généraux immédiats très accusés qui disparaissent rapidement.

Par la vaccination sous-cutanée, on détermine une légère tuméfaction diffuse, bientôt circonscrite, indurée, jamais ulcérée, qui persiste fort longtemps et dont il ne faut pas s'occuper.

Recherche des résultats. — D'abord j'ai éprouvé les vaccinés en les soumettant à des inoculations variées, mais sévères, de bacilles bovins très actifs. Des témoins, en nombre suffisant, étaient soumis à des inoculations identiques.

Ensuite, je ne me suis pas contenté d'observer cliniquement vaccinés et témoins, mais j'ai sacrifié les deux catégories de sujets et me suis livré à des examens nécropsiques minutieux, complétés, quand besoin était, par une étude histologique et bactériologique.

Je dois m'empresser de rappeler que mes vaccins ne causent pas de tubercules. Donc toutes les lésions macroscopiques que l'on trouvera à l'autopsie résulteront de l'inoculation d'épreuve. Comme la plupart des expérimentateurs qui se sont occupés de vaccination, j'ai rencontré, plus ou moins longtemps après l'épreuve, des bacilles virulents dans les ganglions des vaccinés, cependant exempts de lésions macroscopiques.

Ce fait, à mon sens, ne permet pas de douter de la vaccination antituberculeuse. Il montre simplement que l'organisme des vaccinés, capable d'arrêter les réactions anatomiques, n'est pas doué d'un pouvoir bactériolytique très élevé.

Appréciation des résultats. — La vaccination antituberculeuse donne une immunité relative. On peut donc prévoir qu'elle sera, dans certains cas, plus ou moins insuffisante ; par exemple, si les sujets sont exposés à une infection sévère, soit par la nature et la dose du virus, soit par la voie d'infection. Lorsqu'elle sera insuffisante, on mesurera en quelque sorte sa valeur par le nombre et l'importance des foyers tuberculeux dont elle n'a pas empêché la formation.

De là, deux manières de juger des résultats, sans apprécier ou en appréciant le degré des infections générales et partielles.

Laissant cette appréciation de côté, mes expériences, portant sur 60 vaccinés et 30 témoins, sans distinction du mode de vaccination, donnent ensemble les résultats suivants :

	Vaccinés. Pour 100.		Témoins. Pour 100.
Succès complets	50	Pas d'infection	9,2
Succès relatifs	25	Infections partielles	27,2
Insuccès	25	Infections complètes	63,6

Maintenant, si l'on estime le degré de l'infection dans les insuccès et les infections partielles, les lésions apparaissent six fois plus importantes sur les témoins que sur les vaccinés.

Valeur relative des modes de vaccination. — Dans mes expériences, la vaccination par la voie veineuse se place en première ligne (75 pour 100 de succès); vient ensuite le procédé par ingestion (50 pour 100 de succès); enfin, en troisième lieu, l'inoculation sous-cutanée (10 pour 100 de succès et 73 pour 100 de succès partiels).

Il est néanmoins telle circonstance qui déterminera le choix du procédé en dehors du classement ci-dessus.

Persistance de l'immunité. — Je l'ai constatée 14 et 22 mois après la première inoculation; on peut la prolonger par des inoculations sous-cutanées absolument inoffensives.

Conclusions. — La vaccination antituberculeuse des Bovidés sera certainement perfectionnée. A prendre ses résultats tels qu'ils sont aujourd'hui, il y aurait lieu d'en faire des applications pour restreindre les ravages de la tuberculose bovine en associant la vaccination aux mesures prophylactiques ordinaires.

M. **Ph. van Tieghem** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier dans le Tome X, 9e série, des *Annales des Sciences naturelles* (*Botanique*) sous le titre : *Remarques sur les Dipsacacées.*

M. **L. Troost** fait hommage à l'Académie de la 15e édition de son *Traite de Chimie* qu'il vient de publier en collaboration avec M. Ed. Péchard.

CORRESPONDANCE.

M. **Eugène Simon**, nommé Correspondant pour la Section d'*Anatomie et Zoologie*, adresse des remercîments à l'Académie.

MM. **Robert du Buysson**, **Robert Esnault-Pelterie**, **Farman**, **Ch. Janet**, **L. Joubin**, **Henri Julliot**, **L. Marchis**, **J. Pantel**, **R. de Sinéty**, **Soreau**, **A. Thévenin**, le Commandant **Voyer** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mmes Vve Cusco, Vve de Nabias adressent également des remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Bref och skrifvelser af och till* Carl von Linné, med understöd af Svenska staten, utgifna af Upsala Universitet. Första afdelningen. Del III.

2° ΙΩΑΝΝΗΣ ΛΑΜΑΡΚ καί τό ἔργον αὐτοῦ, par Athanasios E. Tsakalotos.

3° *Les eaux minérales, milieux vitaux. Sérothérapie artificielle et balnéothérapie tissulaire par leur injection dans l'organisme*, par le Dr C. Fleig. (Présenté par M. Bouchard.)

4° *La Pisciculture en France de* 1884 *à* 1900, par le Dr Jousset de Bellesme. (Présenté par M. Henneguy.)

5° *Problèmes et exercices de Mathématiques générales*, par M. E. Fabry.

6° *Nouvelle méthode de prévision du temps*, par Gabriel Guilbert, avec une Préface par Bernard Brunhes. (Présenté par M. Violle.)

7° *La cure radicale de la hernie inguinale*, par le Dr Lucas-Championnière. (Présenté par M. Guyon.)

8° *Analyses agricoles*, par M. R. Guillin. (Présenté par M. Th. Schlœsing.)

9° *Ampélographie*, Tomes I et VII. Cette publication, entreprise par M. Viala et qui est un véritable monument élevé à la Viticulture, est aujourd'hui terminée. Il n'a pas fallu moins de 7 années pour éditer les 7 volumes in-folio dont elle se compose. Elle n'aurait pu voir le jour si un généreux viticulteur, M. Vermorel, n'en avait assumé les charges matérielles considérables. (Présenté par M. Guignard.)

ASTRONOMIE. — *Sur la durée de rotation de Mercure*. Note de M. **Jarry-Desloges**, présentée par M. Bigourdan.

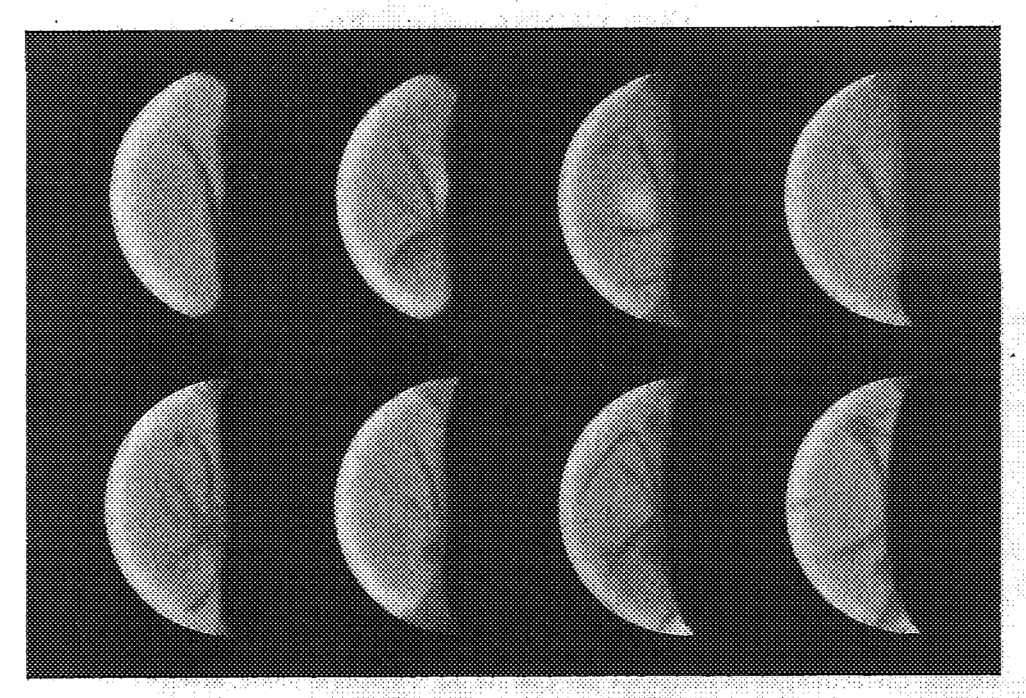
La planète Mercure a été observée en juillet 1909 au Revard (élongation du matin) et en septembre au Massegros [1] (élongation du soir). Pour éviter la condensation de la vapeur d'eau sur les verres de l'objectif, à chaque instrument, on avait adapté un parabuée de plus de 1^m de longueur, tapissé

[1] *Comptes rendus*, p. 587 et 664 du présent Volume.

MERCURE. — Élongation du mois de septembre 1909. (Heures en t. moy. astron.)

Sud.

Dessins de M. G. Fournier.

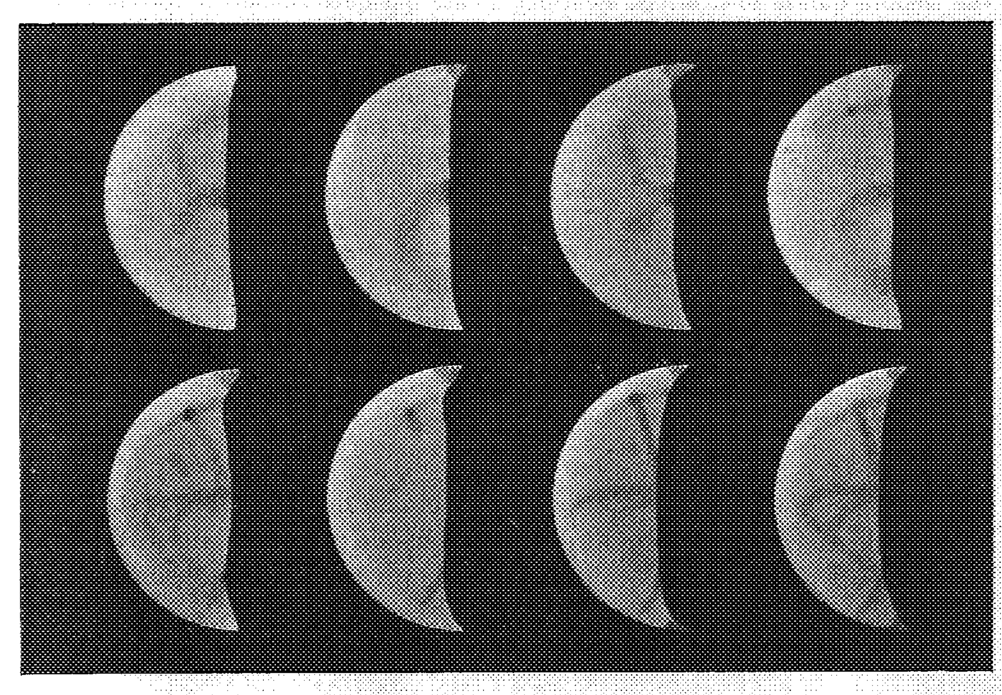


16 sept. $15^h 15^m$. 16 sept. $16^h 20^m$. 18 sept. $15^h 20^m$. 18 sept. $15^h 35^m$.
18 sept. $16^h 45^m$. 19 sept. 17^h. 20 sept. $15^h 15^m$. 20 sept. $16^h 30^m$.

Ouest. Est.

MERCURE. — Élongation du mois de septembre 1909. (Heures en t. moy. astron.)

Dessins de M. V. Fournier.



Nord.

15 sept. $16^h 35^m$. 16 sept. $15^h 10^m$. 16 sept. $15^h 35^m$. 18 sept. $15^h 50^m$.
18 sept. $16^h 25^m$. 19 sept. $17^h 20^m$. 20 sept. $15^h 50^m$. 20 sept. $16^h 10^m$.

à l'intérieur de papier buvard noir. Le matin, l'évaporation de la rosée, dans les alentours de l'instrument, sous l'action solaire, amenait très rapidement un véritable bouillonnement des images; d'ailleurs, celles-ci continuaient à être très mauvaises dans la journée, sous l'influence de causes diverses : échauffement de la coupole, déformation des verres de l'objectif par la chaleur, etc.; néanmoins l'élongation du soir semble préférable. Pour cette étude, il faudrait installer l'instrument à l'air libre sur un îlot ou un pic, en l'abritant simplement du soleil par des voiles superposés qu'on renouvellerait au besoin.

Les 16 dessins de Mercure, représentés ci-contre, pris au Massegros (alt. 900^m), avec un réfracteur de Merz de $0^m,29$, par mes collaborateurs MM. G. et V. Fournier, montrent en effet que la difficulté d'obtenir des détails de cette planète tient surtout à la mauvaise qualité des images, car, dans les courts instants où celles-ci sont un peu stables, on constate que les plages sombres de la planète sont au moins aussi foncées que la teinte moyenne des régions sombres de Mars.

Ces dessins sont reproduits tels qu'ils ont été pris à l'instrument, sans avoir subi aucune correction, et en ne tenant pas compte du calcul de la phase. Malgré l'influence considérable de l'équation personnelle, à la limite de visibilité, tant dans l'observation que dans la reproduction par le dessin, les détails notés par ces deux observateurs présentent une concordance suffisante, surtout pour les plages sombres.

Si nous les passons en revue, nous verrons que la pointe de la corne australe a été vue sombre quinze fois. M. G. Fournier ajoute quelquefois, dans le voisinage, une bande sombre allant du terminateur aux régions polaires. M. V. Fournier ne la dessine pas, mais il note non loin de là, à cinq reprises différentes, une tache arrondie se prolongeant parfois par une traînée jusqu'au terminateur. Dans les régions équatoriales, une bande sombre assez étroite, partant souvent d'une plage assombrie et se dirigeant vers le Sud-Est, figure dans tous les dessins de M. G. Fournier qui, pourtant, ne dessine que deux fois le point sombre cité plus haut et qui semble la terminer. M. V. Fournier note aussi cette bande sombre dans presque tous ses dessins. De ce même point, une bande grisâtre se dirigeant vers le Nord-Est, en longeant plus ou moins le limbe, se retrouve dans six dessins. Deux ou trois autres traînées, dessinées très fréquemment, partent de l'équateur et se dirigent vers le Sud-Est, l'Est, ou le Nord-Est. La bande grise qui coupe la région polaire boréale s'aperçoit huit fois; la corne boréale est notée sombre sept fois seulement. Notons encore une tache grisâtre, agglomération de vagues plages assombries, qui se voit dans presque tous les dessins, à l'équateur, près du terminateur.

L'impression qui résulte de l'étude succincte de ces dessins est que la rotation de Mercure s'accomplit dans une période tout au moins fort longue et sans doute sensiblement égale à celle de la révolution de la planète.

En effet certains dessins sont espacés de près de 2 heures, et, dans le cas de rotation rapide (la période d'environ 24 heures étant alors la plus probable), il paraît impossible qu'un déplacement aussi important puisse passer inaperçu.

En résumé, l'observation de Mercure montre que sa surface présente un certain nombre de plages sombres, souvent bien délimitées; seule, la mauvaise qualité des images télescopiques, spéciale à ce genre d'études, empêche de les apercevoir facilement. Ces taches peuvent en partie s'identifier avec celles qu'ont signalées d'autres astronomes, notamment MM. Schiaparelli, Lowell, etc.

La rotation de Mercure semble s'accomplir dans une longue période, probablement égale à la durée de révolution.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Études sur la planète Mars à l'Observatoire d'Hem.* Note de M. **Robert Jonckheere**, présentée par M. Deslandres.

Les observations suivantes ont été faites avec l'équatorial Mailhat, de $0^m,35$ d'ouverture et $6^m,50$ de distance focale. Le rapport $\frac{1}{18,5}$ de cet instrument est avantageux pour l'étude des surfaces planétaires. Les meilleures images ont toujours été obtenues en utilisant toute l'ouverture de l'objectif, le grossissement employé étant de 400 fois.

Les premières observations ont surtout porté sur la calotte polaire, les autres parties du disque ayant, jusqu'au 10 août, présenté peu d'intérêt.

Voici les résultats des mesures du diamètre des neiges polaires :

Dates.	Diamètres.	Arcs aréocentriques.	Dates.	Diamètres.	Arcs aréocentriques.
16 juillet......	4",33	32° ±	21 septembre..	1",68	8°,1 ±
21 »	4,00	28	24 » ..	1,67	8,0
24 »	3,80	26	27 » ..	1,46	7,0
27 »	3,69	25	30 » ..	1,56	7,5
10 août.......	3,47	20	5 octobre......	1,57	7,8
11 »	3,25	19	6 »	1,61	8,0
15 »	3,10	18	9 »	1,82	9,5
21 »	3,00	17	10 »	1,99	10,3
28 »	2,63	14	14 »	2,29	12,5
2 septembre...	2,43	12	18 »	2,06	11,8
17 » ...	1,95	9,3	19 »	2,05	11,7
18 » ...	1,92	9,2	23 »	1,87	11,3

Dates.	Diamètres.	Arcs aréocentriques.	Dates.	Diamètres.	Arcs aréocentriques.
	"	o ±		"	o ±
24 octobre.....	1,85	11,2	2 novembre....	1,41	9,2
25 »	1,77	10,7	4 »	1,40	9,3
28 »	1,57	9,9	6 »	1,38	9,4
29 »	1,48	9,5	8 »	1,33	9,3
30 »	1,47	9,3	14 »	1,28	9,5
1er novembre...	1,44	9,2	18 »	1,42	10,2

Ces mesures seront l'objet d'une étude spéciale lorsque la série sera terminée. Les diamètres sont influencés par la longitude qu'ils occupent et aussi par la présence de terres australes qui restent recouvertes de neige plus longtemps que les *mers* environnantes et qui pour cette raison font souvent paraître les neiges polaires plus grandes qu'elles ne sont en réalité.

Voici les terres australes que j'ai vues émerger de la calotte polaire au cours de mes mesures :

1. Le 12 août, par un télégramme à Kiel, j'annoncais l'apparition d'une terre. Beaucoup d'observateurs crurent qu'il s'agissait d'un lambeau de neige se détachant de la calotte. Mes mesures micrométriques me donnèrent pour la longueur de cette terre 1",42 et pour la largeur 0",85. L'extrémité la plus large était à 120° et la plus petite à 310°. Comme ce continent n'était complètement dégagé que le 11 août, alors que la calotte mesurait 3",25, nous pouvons admettre que le centre de cette terre est à 2",05 du pôle apparent et comme résultat de mesures directes à — 78° de latitude australe.

J'ai donc pu identifier cette île avec Novissima Thyle, de Schiaparelli, et déterminer sa position avec une grande exactitude. La latitude donnée autrefois était de — 73° ±.

2. Le 2 septembre, les alentours de la calotte polaire m'ont révélé de nouveaux phénomènes, et, par la même méthode, j'ai pu identifier Argyre II et déterminer sa position comme étant à 60° de longitude et — 80° de latitude.

3. Le même soir, une autre terre se présentait dans les neiges polaires par 120° et — 84°. Cette dernière était nouvelle. Je lui ai donné le nom de *Stella* en raison de son apparence très brillante, apparence du reste confirmée ensuite par plusieurs observateurs.

Les canaux n'ont été bien visibles que dès le 1er septembre, c'est-à-dire 24 jours avant le plus grand rapprochement de Mars. Depuis cette date, ils n'ont cessé d'être nettement vus et nous avons pu, après avoir con-

firmé les canaux de Schiaparelli et de Lowell, en observer 23 nouveaux. Je tiens à faire savoir que deux canaux me furent signalés en premier par M. J. Vanderdonck, assistant à l'Observatoire, et un par M. T. Cox, également assistant.

La classification des canaux suivant leur visibilité plus ou moins grande est arbitraire, car il faudrait pour cela que l'atmosphère, l'instrument et l'œil soient identiques pour chaque observateur, ce qui serait impossible et peut-être pas toujours désirable.

En plus des nouveaux canaux et de la terre *Stella*, j'ai découvert le 5 octobre la terre que je nomme *Thaumas*. Elle est située par 100° de longitude et — 43° de latitude. La présence de celle-ci a de même été pleinement confirmée.

Nous avons profité de l'opposition exceptionnelle de Mars cette année pour obtenir des mesures de ses diamètres. Par des mesures effectuées les 21, 23, 24 et 27 septembre, j'ai obtenu par interpolation pour le jour de l'opposition le diamètre moyen de 24″,325, diamètre qui donne pour la distance 1 la valeur de 9″,533, c'est-à-dire un rayon de 3444^{km}.

Le disque de la planète a de plus été vu aplati aux pôles.

Par mes mesures, j'ai trouvé pour cet aplatissement la fraction $\frac{1}{270,8}$.

De plus amples détails se trouveront dans un autre Recueil.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques.* Note de M. **Jean Merlin**, présentée par M. H. Poincaré.

Une équation algébrique $f(x) = 0$ de degré n définit en général des irrationnelles qui ne s'expriment pas au moyen de radicaux portant sur les coefficients de f. Proposons-nous par analogie le problème suivant, relatif aux équations algébriques à deux variables : *Soit* $f(x, y) = 0$ *une pareille équation ; quelles irrationnelles algébriques d'un paramètre* X *expriment* x *et* y ? x *et* y *peuvent-ils s'exprimer en fonction rationnelle d'un paramètre et de radicaux portant sur ce paramètre ?* Nous conviendrons de dire que, s'il en est ainsi, f est soluble par radicaux. Cette propriété subsiste évidemment pour toutes les courbes dont f est une transformée rationnelle.

La question revient à étudier l'ensemble E des groupes G de monodromie des transformées rationnelles de f.

Cet ensemble E est contenu dans l'ensemble E′ des groupes de transformations birationnelles en elles-mêmes des transformées rationnelles de f.

Mais à quelles conditions un groupe faisant partie de E′ fait-il partie de E?

Étant donnée une courbe r qui admet un certain groupe G de transformations birationnelles en elles-mêmes, G fait correspondre entre eux un certain nombre de points de r; j'appellerai cet ensemble de points un *système de points du groupe* G *relativement à r*.

Soit donc G un groupe de E′ relatif à une certaine courbe r transformée rationnelle de f.

Pour que G fasse partie de E, il faut et il suffit qu'il existe une unicursale (u) telle qu'à chacun de ses points corresponde un système de points de G relativement à r, et ceux-là seulement.

On voit alors que les groupes G se répartissent en une infinité de familles, dans chacune desquelles les substitutions fondamentales de chaque groupe sont les mêmes. Il est difficile de caractériser davantage l'ensemble E; mais on peut reconnaître si un groupe donné appartient ou non à E.

Dans quels cas E contient-il un groupe résoluble? Si f admet un groupe de transformations birationnelles en elles-mêmes d'ordre q, on peut, par une transformation birationnelle, la mettre dans la forme $\varphi(\xi, \eta^q) = 0$. En posant $\eta^q = \eta'$, on est ramené à la courbe de genre moindre $\varphi(\xi, \eta') = 0$. En raisonnant sur celle-ci comme sur f, on voit que, si l'on arrive à une dernière transformée unicursale, f sera résoluble. La condition, pour que f soit résoluble, d'admettre une pareille échelle de transformées aboutissant à une courbe unicursale, est évidemment suffisante. Elle est aussi nécessaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités algébrico-logarithmiques.* Note de M. et Mme **Paul Dienes**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans une Note précédente (15 mars 1909), nous avons posé le problème général suivant. Supposons qu'une fonction analytique définie par

$$f(x) = \sum a_n x^n$$

est représentée dans l'étoile principale de M. Mittag-Leffler par une suite de fonctions entières $F(a, x)$, de sorte que nous ayons pour x quelconque à l'intérieur de l'étoile

$$f(x) = \lim_{a=\infty} F(a, x).$$

Soit maintenant x_0 un point singulier de la fonction $f(x)$, situé à l'ori-

gine d'une demi-droite exclue de l'étoile. Ce sont les seuls points singuliers mis en évidence par une représentation de l'espèce indiquée.

Quelles relations existent entre les propriétés-limites de la suite

$$\lim_{a=\infty} F(a, x_0) \tag{1}$$

et la nature de la singularité de $f(x)$ au point x_0.

Nous avons donné déjà la solution de ce problème dans des cas plus ou moins particuliers (¹).

Dans cette Note nous allons indiquer un théorème général et précis relatif aux points singuliers de caractère algébrico-logarithmique. Plus exactement, supposons qu'au voisinage de x_0, $f(x)$ puisse s'écrire

$$f(x) = \frac{P_\rho\left(\log \dfrac{1}{1-\dfrac{x}{x_0}}\right)}{\left(1-\dfrac{x}{x_0}\right)^r} + f_1(x),$$

où $P_\rho(z)$ indique un polynome en z de degré ρ, r un nombre positif quelconque et l'ordre de $f_1(x)$ en x_0 est moindre que r. Par exemple, dans le cas d'un point critique algébrico-logarithmique ou dans celui d'un pôle.

Formons la représentation de cette fonction par une suite de fonctions entières donnée par M. Mittag-Leffler dans sa cinquième Note consacrée à ce sujet (*Acta mathematica*, t. XXIX, 1905, p. 173) en prenant pour fonction entière sommatrice la fonction entière étudiée sous un autre aspect par M. Lindelöf,

$$e_\beta(a) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a^n}{[\log(n+\beta)]^n} \qquad (\beta > 1).$$

Dans le Mémoire déjà cité nous avons démontré que c'est toujours possible ; on a donc pour x quelconque à l'intérieur de l'étoile

$$f(x) = \lim_{a=\infty} \frac{\displaystyle\sum_{n=0}^{\infty} s_n(x) \frac{a^n}{[\log(n+\beta)]^n}}{e_\beta(a)} = \lim_{a=\infty} F(a, x),$$

(¹) Voir à ce sujet notre Mémoire : *Essai sur les singularités des fonctions analytiques*, qui va paraître dans le journal de M. Jordan, et la Note : *Sur les points critiques logarithmiques*, dans les *Comptes rendus* (26 avril 1909).

où

$$s_n(x) = a_0 + a_1 x + \ldots + a_n x^n.$$

Le théorème général en question est donné par la formule suivante :

$$\lim_{a=\infty} \frac{F(a, x_0)}{a^\rho e^{ra}} = \frac{e^r}{\Gamma(r+1)} A_\rho. \tag{3}$$

Donc les propriétés limites de la suite (1) *sont en rapport direct avec la nature de la singularité envisagée.* Par exemple, dans le cas d'un point critique algébrico-logarithmique, nous pouvons déterminer successivement tous les coefficients des polynomes $P_i(z)$ de même que les degrés ρ_i et r_i des termes successifs, de sorte que nous pouvons caractériser complètement la singularité en question, au moyen de $F(a, x_0)$, c'est-à-dire, en dernière analyse, à l'aide des coefficients a_n de la série de Taylor donnée.

Inversement, si les limites successives (3), pour les différents ρ et r existent (en retranchant toujours le terme déjà calculé) il peut arriver qu'après un nombre fini d'opérations on obtienne une limite finie pour $F(a, x_0) - \Phi(a, x_0)$, où Φ est la somme des termes retranchés. Dans ce cas, pour un nombre fini de passages à la limite on a trouvé la partie principale de la fonction, c'est-à-dire la partie qui devient infinie au point x_0.

On a ainsi, en particulier, exprimé par les coefficients a_n, les conditions nécessaires et suffisantes (en nombre fini) *pour qu'en x_0 la partie principale de la fonction soit algébrico-logarithmique* (ou polaire).

Remarquons enfin que, pour une fonction analytique écrite sous la forme (2), donc sans que notre théorème cesse d'être applicable, le point x_0 peut être situé même sur une ligne singulière.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les opérations fonctionnelles linéaires.* Note de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

Pour définir ce qu'on entend par opération linéaire, il faut d'abord préciser le *champ fonctionnel.* Nous considérons la totalité Ω des fonctions réelles et continues entre deux nombres fixes, par exemple entre 0 et 1; pour cette classe, nous définissons la *fonction limite* par l'hypothèse de la convergence uniforme. L'opération fonctionnelle $A[f(x)]$, faisant correspondre à chaque élément de Ω un nombre réel déterminé, sera dite *continue*, si $f(x)$ étant limite des $f_i(x)$, $A(f_i)$ tend vers $A(f)$. Une opération distributive et continue est dite *linéaire.* On montre aisément qu'*une telle opé-*

ration est aussi bornée, c'est-à-dire qu'il existe une constante M_A *telle que pour chaque élément* $f(x)$ *l'on ait*

$$|A[f(x)]| \leqq M_A \times \max.|f(x)|. \tag{1}$$

M. Hadamard avait démontré le fait remarquable que toute opération linéaire $A[f(x)]$ est de la forme $\lim\limits_{n=\infty}\int_0^l k_n(x)f(x)\,dx$, les $k_n(x)$ étant des fonctions continues [1]. Dans la Note présente, nous allons développer une nouvelle expression analytique de l'opération linéaire, ne contenant qu'une seule fonction génératrice.

Dans ce but, nous considérons l'intégrale généralisée

$$\int_0^1 f(x)\,d\alpha(x). \tag{2}$$

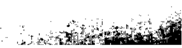
Rappelons brièvement la signification de cette expression. On y entend la limite de la somme $\sum\limits_i f(\xi_i)[\alpha(x_{i+1}) - \alpha(x_i)]$, correspondant à une division de l'intervalle $(0, 1)$ en un nombre fini d'intervalles partiels; ξ_i désigne un élément, d'ailleurs quelconque de l'intervalle (x_i, x_{i+1}). Le passage à la limite n'est assujetti qu'à la seule condition que la longueur des intervalles partiels tende uniformément vers zéro [1].

Nous n'avons pas besoin de développer les conditions les plus générales pour que l'intégrale (2) ait un sens. Il nous suffit de remarquer que, *la fonction* $f(x)$ *étant supposée être continue, l'intégrale* (2) *existe pour toute fonction* $\alpha(x)$ *à variation donnée, continue ou non*. En ce cas, on a l'inégalité

$$\left|\int_0^1 f(x)\,d\alpha(x)\right| \leqq \text{maximum de } |f(x)| \times \text{variation totale de } \alpha(x). \tag{3}$$

Après ces préliminaires, étant donnée une opération linéaire $A[f(x)]$, on définira la fonction $A(x)$ par l'égalité $A(\xi) = A[f(x;\xi)]$, où l'on désigne par $f(x;\xi)$ la fonction égale à x pour $0 \leqq x \leqq \xi$ et à ξ pour $\xi \leqq x \leqq 1$. Or en appliquant l'inégalité (1) à la fonction continue $f(x)$ définie par les conditions $f(x_i) = 0$; $f\left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right) = \text{sign}\,[A(x_{i+1}) - A(x_i)]$, $f(x)$ linéaire dans

(1) *Sur les opérations fonctionnelles* (*Comptes rendus*, 9 février 1903). *Cf.* aussi M. Fréchet, *Sur les opérations linéaires* (*Transactions American Math. Soc.*, t. V, 1904, p. 493-499.)



chaque demi-intervalle, nous parvenons à l'inégalité

$$\sum_i \frac{\left| A(x_i) - 2A\left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2}\right) + A(x_{i+1}) \right|}{x_{i+1} - x_i} \leqq \frac{M_A}{2}.$$

Il en résulte que *les nombres dérivés de la fonction* $A(x)$ *existent et que ces dérivés constituent des fonctions à variation bornée.*

Maintenant nous définissons une fonction $\alpha(x)$ par les conditions suivantes: pour $0 < x < 1$, $-\alpha(x) =$ un de ces nombres dérivés, par exemple le nombre dérivé supérieur de droite; $\alpha(0) = -A[n(x)]$, $n(x)$ désignant la fonction de valeur constante 1; $\alpha(1) = 0$. La fonction $\alpha(x)$ étant à variation bornée, l'intégrale (2) existe pour toute fonction continue $f(x)$. Particulièrement si la fonction continue $f(x)$ se forme d'un nombre fini de traits linéaires, une légère transformation suffit déjà pour voir que l'intégrale (2) est égale à $A[f(x)]$. En remarquant que chaque fonction continue est fonction limite de telles fonctions et en s'appuyant sur l'inégalité (3) on conclut que le même fait subsiste pour toute fonction $f(x)$. On a donc le théorème :

Étant donnée l'opération linéaire $A[f(x)]$, *on peut déterminer la fonction à variation bornée* $\alpha(x)$, *telle que, quelle que soit la fonction continue* $f(x)$, *on ait*

$$A[f(x)] = \int_0^1 f(x)\, d\alpha(x).$$

Remarquons encore que la propriété exigée dans notre théorème ne détermine pas uniquement la fonction $\alpha(x)$. On se rend compte de la nature de cette indétermination par le théorème suivant : *Pour que l'intégrale* (2) *s'annule pour chaque élément* $f(x)$ *de* Ω, *il faut et il suffit que la fonction à variation bornée* $\alpha(x)$ *soit constante, sauf peut-être pour un ensemble dénombrable ne contenant pas les points* 0, 1. On peut aussi profiter de cette indétermination pour rendre $\alpha(x)$ telle que sa variation totale soit *la plus petite possible*.

Dans cet ordre d'idées, nous sommes aussi arrivé à résoudre un pro-

---

(1) Dans la littérature, cette notion d'intégrale remonte à STIELTJES, *Recherches sur les fractions continues* (*Annales de Toulouse*, t. VIII, 1894). M. Jules König voulut bien me communiquer qu'il s'en était servi bien plus tôt dans son cours, mais il ne rédigea sur ce sujet qu'une seule Note, parue en hongrois : *Mathematikai ès Tennészettudomànyi Ertesitö*, 1897.

blème bien intéressant, traité déjà, dans des conditions plus spéciales, par M. Haar (*Dissertation*, Göttingen, 1909). Voici notre résultat :

Soient $A_1(f)$, $A_2(f)$, ..., $A(f)$ *des opérations linéaires, et soient* $\alpha_1(x)$, $\alpha_2(x)$, ..., $\alpha(x)$ *leurs fonctions génératrices ; nous les supposerons telles que leur variation totale soit la plus petite possible ; de plus, nous supposons* $\alpha_1(0) = \alpha_2(0) = \ldots = \alpha(0) = 0$. *Dans ces conditions, afin que pour tout élément* $f(x)$ *de* Ω *la suite infinie des* $A_n(f)$ *tende vers* $A(f)$, *il faut et il suffit :* 1° *qu'on ait*

$$\int_0^\xi \alpha(x)\,dx = \lim_{n=\infty} \int_0^\xi \alpha_n(x)\,dx \qquad (0 < \xi \leqq 1), \qquad \alpha(1) = \lim_{n=\infty} \alpha_n(1);$$

2° *que les variations totales des fonctions* $\alpha_n(x)$ *ne dépassent pas toute borne finie.*

Grâce à ce théorème, on peut tout à fait caractériser la fonction à deux variables qui intervient dans l'expression analytique de la *transformation* fonctionnelle linéaire, faisant correspondre, d'une manière distributive et continue, à chaque élément de Ω, un élément déterminé de la même classe ou d'une autre classe analogue. Par le même théorème on voit aisément comment notre expression est liée à celle de M. Hadamard.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales de l'équation*

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu = f$$

par leurs valeurs le long d'un contour fermé dans le cas des pointes. Note de M. **L. Lichtenstein**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Note récente ([1]), j'ai démontré, en poursuivant les idées de MM. D. Hilbert et E. Picard, l'existence d'une solution de l'équation (1), continue avec ses dérivées partielles des deux premiers ordres, à l'intérieur d'une aire limitée par m courbes S_1, ..., S_m sans points singuliers et prenant des valeurs données au bord, ses valeurs étant fonctions continues de l'arc, sauf en un nombre fini de points, où elles subissent des changements brusques. Je voudrais aujourd'hui considérer le cas d'une aire T à

([1]) *Comptes rendus*, 18 octobre 1909.

contour simple possédant un *sommet* unique. Soit (x_0, y_0) le point singulier du contour, α l'angle des courbes frontières au point (x_0, y_0) $(0 < \alpha < 2\pi)$. Tout en réservant l'étude approfondie du cas général pour une autre occasion, je supposerai de plus que l'on peut faire une représentation conforme de l'aire T sur l'aire du cercle (C) $X^2 + Y^2 = 1$ au moyen d'une fonction analytique

$$(2) \qquad Z = X + iY = Re^{i\psi} = Z_0 + (z - z_0)^{\frac{\pi}{\alpha}} P\left[(z - z_0)^{\frac{\pi}{\alpha}}\right],$$

$P(z)$ désignant une série entière $[P(0) \neq 0]$.

La fonction cherchée $U(x, y)$ est une solution d'une équation aux dérivées partielles

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 U}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial Y^2} + A\frac{\partial U}{\partial X} + B\frac{\partial U}{\partial Y} + CU = F,$$

continue avec ses dérivées des deux premiers ordres à l'intérieur du cercle $X^2 + Y^2 = 1$, les valeurs de cette solution au bord étant une fonction connue de l'arc, continue sauf en un nombre fini de points, où elles subissent des changements brusques.

On peut poser

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{lll} A = R^{\frac{\alpha}{\pi}-1}\psi_1(X, Y), & B = R^{\frac{\alpha}{\pi}-1}\psi_2(X, Y), & C = R^{2\left(\frac{\alpha}{\pi}-1\right)}\psi_3(X, Y), \\ \dfrac{\partial A}{\partial X} = R^{\frac{\alpha}{\pi}-2}\psi_4(X, Y), & \dfrac{\partial B}{\partial Y} = R^{\frac{\alpha}{\pi}-2}\psi_5(X, Y), & F = R^{2\left(\frac{\alpha}{\pi}-1\right)}\psi_6(X, Y), \end{array} \right.$$

les fonctions bornées $\psi_1, \ldots, \psi_6$ devenant indéterminées au point (X_0, Y_0). Tous les raisonnements de ma Note citée plus haut étant valables sans aucun changement pour l'équation (3), il ne reste qu'à établir l'existence de la solution de l'équation fonctionnelle de M. Fredholm

$$(5) \quad \begin{aligned} U(X, Y) = & -\frac{1}{2\pi}\iint_C \Big\{ \frac{\partial}{\partial \xi}[A(\xi, \eta) G(X, Y; \xi, \eta)] \\ & + \frac{\partial}{\partial \eta}[B(\xi, \eta) G(X, Y; \xi, \eta)] - C(\xi, \eta) G(X, Y; \xi, \eta) \Big\} \\ & \times U(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta - \frac{1}{2\pi}\iint_C G(X, Y; \xi, \eta) F(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta + v(X, Y) \\ = & \iint_C [(X_0 - \xi)^2 + (Y_0 - \eta)^2]^{\frac{\alpha}{2\pi}-1} f(X, Y; \xi, \eta) \\ & \times U(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta + \varphi(X, Y), \end{aligned}$$

$G(X, Y; \xi, \eta)$ désignant la fonction classique de Green, attachée au cercle C,

$\varphi(X, Y)$ la fonction harmonique régulière dans C, égale à $U(X, Y)$ sur le contour.

L'équation (5) équivaut à l'équation fonctionnelle obtenue par l'itération effectuée deux fois

$$(6) \qquad U(X,Y) = \int\int_C [X_0-\xi)^2+(Y_0-\eta)^2]^{\frac{\alpha}{2\pi}-1} f_2(X,Y;\xi,\eta) \times U(\xi,\eta)\,d\xi\,d\eta + \varphi_2(X,Y),$$

$f_2(X, Y; \xi, \eta)$ et $\varphi_2(X, Y)$ désignant des fonctions continues.

On observe qu'il n'est pas possible d'arriver par une itération répétée à un noyau partout continu. Toutefois, *et cela est un fait remarquable*, la méthode de M. Fredholm reste applicable à l'équation fonctionnelle (6).

Posons, pour abréger,

$$p(s,t) = [(s-X_0)^2+(t-Y_0)^2]^{\frac{\alpha}{2\pi}-1}$$

et considérons l'expression de M. Fredholm

$$(7) \qquad F(X,Y;s,t) = \frac{\sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda^m}{m!} A_m(X,Y;s,t)}{1+\sum_{m=1}^{\infty}\frac{\lambda^m}{m!}A_m}.$$

Dans le cas actuel, on peut poser

$$(8) \quad A_m(X,Y;s,t) = p(s,t)\int\cdots\int \begin{vmatrix} f_2(X,Y;s,t) & f_2(s_1,t_1;s,t) & \ldots & f_2(s_m,t_m;s,t) \\ f_2(X,Y;s_1,t_1) & f_2(s_1,t_1;s_1,t_1) & \ldots & f_2(s_m,t_m;s_1,t_1) \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ f_2(X,Y;s_m,t_m) & f_2(s_1,t_1;s_m,t_m) & \ldots & f_2(s_m,t_m;s_m,t_m) \end{vmatrix} \times p(s_1,t_1)\,p(s_2,t_2)\ldots p(s_m,t_m)\,ds_1\,dt_1\ldots ds_m\,dt_m,$$

$$(9) \qquad A_m = \int\int_C A_{m-1}(s,t;s,t)\,ds\,dt.$$

Soit

$$M = \max.|f_2(X,Y;s,t)|, \qquad p = \int\int_C p(\sigma,\tau)\,d\sigma\,d\tau.$$

Alors, d'après un théorème bien connu de M. Hadamard, on a

$$(10) \qquad \left|\frac{A_m(X,Y;s,t)}{p(s,t)}\right| < (m+1)^{\frac{m+1}{2}} M^{m+1} p^m, \qquad |A_m| < m^{\frac{m}{2}} M^m p^m.$$

$\frac{F(X,Y;s,t)}{p(s,t)}$ est une fonction méromorphe du paramètre λ. Les raisonnements se poursuivent d'eux-mêmes.

PHYSIQUE. — *Sur le pendule bifilaire.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann [1].

Dans ma Note du 9 novembre dernier, où je voulais surtout indiquer le principe de l'application du pendule bifilaire à la mesure de l'intensité de la pesanteur, je n'ai pas eu la place de parler de la cause d'erreur qui provient du défaut de souplesse des deux rubans qui supportent la masse pesante : ceux-ci se courbent en un arc qui n'est pas infiniment petit, près des pinces qui serrent leurs deux extrémités. Du moins, dans ma dernière Note, n'en ai-je parlé qu'en ce qui concerne la force élastique ajoutée par là à l'effet de la pesanteur. Mais il y a aussi à tenir compte de ce que les arcs décrits par les divers points de la masse pesante ne sont plus rigoureusement circulaires.

Sans entrer ici dans le détail du calcul de cette cause d'erreur, j'indiquerai seulement que tout se passe comme si les rubans de suspension étaient infiniment flexibles, mais avec une longueur inférieure à leur longueur l (comptée de pince en pince sur le ruban vertical) d'une quantité λ *indépendante de la longueur l et de l'amplitude*, au moins pour les faibles amplitudes employées dans la mesure de g. En se servant des mêmes notations que dans ma Note précédente, la formule entièrement corrigée devient

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(l-\lambda)\left(1+\frac{\mu}{M}\right)}{g}}(1+A).$$

En négligeant λ devant l, on commettrait une erreur de l'ordre de $\frac{1}{3000}$ avec les plus minces rubans qu'on peut employer. C'est encore trop, vu la précision demandée dans la mesure de g. Heureusement cette cause d'erreur peut être aisément supprimée en doublant le nombre des observations : après les deux déterminations de T relatives aux masses M_1 et M_2, indiquées dans la Note prcédente, on en ferait deux autres semblables avec une autre longueur des rubans de suspension; puisque λ ne dépend pas de l, on obtiendrait ainsi quatre relations permettant d'éliminer les inconnues μ et λ et de déterminer g.

Cette méthode mérite donc d'être essayée, car si l'expérience ne fait pas découvrir d'inconvénients non prévus par la théorie, la simplicité de la construction de l'appareil la mettrait à la portée de tous les physiciens.

---

(1) Au début de ma dernière Note, j'indiquais comme probable que les propriétés si simples du pendule bifilaire avaient déjà été indiquées, quoique je n'eusse rien trouvé à ce sujet dans les écrits français. J'ai appris depuis que M. Lippmann les exposait dans son cours.

PHYSIQUE. — *Études sur les ondes électromagnétiques très courtes. Réflexion et dispersion anomale des liquides.* Note de M. H. MERCZYNG, transmise par M. Maurice Levy.

Comme on le sait, la relation fondamentale de Maxwell : *le carré de l'indice de réfraction est égal au pouvoir inducteur spécifique* (constante diélectrique), n'est pas satisfaite pour beaucoup de corps ; surtout les liquides, l'eau en première ligne, offrent des divergences. La racine carrée de la constante diélectrique pour l'eau, par exemple, donne environ 9 pour l'indice de réfraction des ondes électriques, et, en même temps, l'indice optique est, en moyenne, environ 1,4 — 1,5. Il doit donc exister une région des longueurs d'onde où l'indice défini par la voie optique pour les ondes lumineuses présente une transition aux valeurs définies par la voie électrique (constante diélectrique) généralement avec des ondes extrêmement longues. La même remarque s'applique à tous les autres liquides (divers alcools, etc.), où nous trouvons la même divergence.

Drude (1896) et Cole ont entrepris ces recherches très délicates. Mais la plus courte onde électrique qu'étudia Drude avait encore $\lambda = 75^{cm}$, et Cole avec son onde de 5^{cm} expérimenta seulement avec deux ou trois liquides. Malgré cela ces savants ont pu constater une soi-disant *dispersion anomale* pour quelques liquides, des valeurs des indices placées entre les valeurs optiques et celles obtenues par le pouvoir inducteur spécifique.

En reprenant de nouveau ces travaux nous avons réussi à définir la dispersion anomale pour quelques autres liquides, où elle était encore inconnue (à savoir pour l'alcool méthylique CH^4O ; l'aniline C^6H^7N ; l'éther éthylique $C^4H^{10}O$) et à tracer la courbe des valeurs des indices et des constantes diélectriques beaucoup plus loin qu'elle n'était donnée jusqu'ici. Ces courbes peuvent donner un *spectre* électrique, comme on l'a pour les radiations lumineuses.

Nous donnons ici le résumé succinct de nos recherches, que nous publierons avec plus de détails ailleurs.

Pour étudier la dispersion anomale, c'est-à-dire la variation des indices et des constantes diélectriques avec la longueur d'onde, il faut déterminer pour chaque cas d'une façon précise : 1° la longueur d'onde et 2° l'indice relatif. Pour la détermination des longueurs d'ondes électromagnétiques très courtes, la méthode théorique, basée sur les dimensions des vibrateurs (nous avons employé un vibrateur type Righi) ne donne pas des résultats

suffisamment exacts. Nous préférions la méthode directe, celle des interférences produites par les miroirs électriques, disposés à la façon des miroirs optiques de Fresnel. Cette méthode a donné, pour les longueurs d'onde de nos vibrateurs : pour A, $\lambda = 4^{cm},5$, pour B, $\lambda = 3^{cm},75$. Les mesures reproduites ci-dessous étaient faites avec le vibrateur A. Bien entendu, il serait très intéressant d'aller encore plus loin dans la diminution des longueurs d'onde ; mais pour les ondes en dessous de nos valeurs l'énergie des vibrations devient si petite, que les déterminations *précises* deviennent extrêmement difficiles.

Comme récepteur des ondes nous avons employé un couple thermo-électrique, placé dans un miroir parabolique. Les courants produits par les ondes étaient mesurés dans un galvanomètre type *cuirassé*, d'après Rubens. La mesure des indices n'était pas faite par la voie directe, vu que le faisceau des rayons électriques (quoique dirigé par un miroir) n'est jamais si exactement défini qu'on puisse fixer sa position avec une précision nécessaire. Nous avons donc fait nos mesures par la voie de réflexion. D'après Fresnel, l'indice de réfraction pour une vibration normale au plan d'incidence est donné par la relation

$$\sqrt{R} = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i} + \cos i},$$

où n est l'indice de réfraction, i l'angle d'incidence, R le rapport entre l'intensité des ondes réfléchies par la surface du liquide étudié et des ondes directes. En mesurant R et i nous avions n et, par la relation $n^2 = D$, la constante D (pouvoir inducteur).

Résultats des mesures (pouvoirs spécifiques inducteurs D *pour la longueur d'onde* $\lambda = 4^{cm},5$). — *Glycérine* ($C^3H^8O^3$), $D = n^2 = 16,8$. (Pour les ondes optiques D = env. 2,1; pour les ondes électriques très longues D = 56.)

Alcool méthylique (CH^4O), D = 29,4. (D optique 1,8; D électrique, ondes longues, 32-33.)

Alcool amylique ($C^5H^{12}O$), D = 3,31. (D optique 1,9; D électrique, ondes longues, env. 16).

Acide du vinaigre ($C^2H^4O^2$), D = 3,5. (D optique 1,9; D électrique, ondes longues, 9,7.)

Aniline (C^6H^7N), D = 4,36. (D optique env. 2,5; D électrique, ondes longues, env. 7,4.)

Éther d'éthyle ($C^4H^{10}O$), D = 3,26. (D optique 1,9; D électrique, ondes longues, 4,25.)

Nous espérons pousser encore plus loin nos études aussi bien dans la voie expérimentale que théorique. Peut-être retrouvera-t-on des *bandes* anomales dans les spectres des ondes électriques; dans les endroits de ces bandes l'indice de réfraction électrique peut croître lorsque diminue la longueur d'onde.

PHYSIQUE. — *Sur la production d'ozone sous l'influence de la lumière ultra-violette*. Note de M. **Edm. van Aubel**, présentée par M. Lippmann.

Lenard (1) a le premier observé, en 1900, que la lumière ultra-violette ozonisait l'air. Goldstein (2), Regener (3), Franz Fischer et F. Bræhmer (4) ont confirmé ce résultat.

Franz Fischer et F. Bræhmer ont étudié l'influence des divers facteurs sur la production de l'ozone, notamment l'importance de la température du gaz, tandis que Regener a montré que la lumière ultra-violette n'agit pas seulement sur l'oxygène pour l'ozoniser, mais désozonise aussi l'ozone formé, de façon qu'il se produit un équilibre entre l'oxygène et l'ozone dans la lumière ultra-violette.

Il semblait donc que la production d'ozone, sous l'influence de la lumière ultra-violette, pouvait être considérée comme un phénomène bien établi, lorsque parurent deux Mémoires de H. Bordier et T. Nogier (5), sur la cause de l'odeur prise par l'air soumis aux radiations ultra-violettes émises par la lampe à vapeur de mercure.

Ayant soumis à des analyses l'eau de lavage de l'air irradié, Bordier et Nogier n'ont pu constater la moindre trace d'ozone malgré la sensibilité des réactifs employés et ont donné alors une explication de l'odeur *purement subjective* d'un gaz irradié par la lampe à vapeur de mercure.

Franz Fischer (6) a critiqué récemment les expériences de Bordier et Nogier.

---

(1) Eder, *Photochemie*, 3e édit., 1906, p. 110 et 111.

(2) Goldstein, *Ber. der deutsch. chem. Gesellschaft*, t. XXXVI, 1903, p. 3042.

(3) *Sitzungsber. der Königl. preuss. Akademie der Wissenschaften*, Berlin, 1904, p. 1228.

(4) Franz Fischer et F. Bræhmer, *Physikalische Zeitschrift*, t. VI, 1905, p. 576; t. VII, 1906, p. 312.

(5) *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 354; *Archives d'Électricité médicale*, Bordeaux, 16e année, 1908, p. 799.

(6) *Physikalische Zeitschrift*, 10e année, 1er juillet 1909, p. 453.

J'ai eu l'occasion de faire sur cette question quelques expériences qui me paraissent décisives et que je crois utile de signaler.

Une lampe à vapeur de mercure en quartz, fournie par l'*Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft* à Berlin et du modèle employé pour l'éclairage, a servi à mes essais. Cette lampe est munie d'un grand globe protecteur en verre. J'ai cherché à déceler la présence de l'ozone dans un liquide, qui avait été irradié sous le brûleur de la lampe.

On sait que l'ozone ne se dissout pas dans l'eau, mais agit sur ce liquide pour donner de l'eau oxygénée. A cause des résultats des deux savants français, il m'a semblé indispensable d'employer un liquide dissolvant de grandes quantités d'ozone.

Une capsule en porcelaine contenant de l'huile d'olive, qui dissout facilement l'ozone (1), a été placée à l'intérieur du globe en verre de la lampe à vapeur de mercure, à 25^{cm} environ du brûleur en quartz. Au bout de 2 heures 15 minutes, cette huile était devenue totalement incolore. On l'a retirée alors du globe et, après refroidissement, on en a agité une prise d'essai avec une dissolution d'iodure de potassium amidonnée. Le réactif est devenu très nettement bleu, après 45 minutes. L'huile d'olive, non irradiée, n'a donné aucune coloration dans ces conditions, même après plusieurs jours.

La même expérience a été faite, en soumettant du pétrole du commerce aux rayons ultra-violets. Après 5 heures, ce liquide est devenu jaune et, traité par la dissolution d'iodure de potassium amidonnée, il a donné une coloration bleue fort nette après 5 minutes. Un tube témoin, contenant du pétrole non irradié, n'a donné aucune coloration avec le même réactif (2).

L'essence de térébenthine ne peut guère convenir pour cette expérience, parce qu'elle est presque toujours ozonisée.

Ayant réussi avec l'huile d'olive et le pétrole, j'ai placé une capsule en porcelaine contenant de l'eau distillée à l'intérieur du globe en verre de la lampe à vapeur de mercure, à la même distance du brûleur en quartz que précédemment. L'eau a été soumise aux radiations ultra-violettes pendant 14 heures. On l'a laissée refroidir ensuite et, afin d'y déceler la présence d'eau oxygénée, on a utilisé l'action de cette substance sur la plaque photographique. Les recherches de Precht et Otsuki (3) ont établi l'extraordinaire sensibilité de cette action. Dans deux cristallisoirs identiques, on a donc placé, d'une part, l'eau irradiée et, d'autre part, de l'eau prise dans le laboratoire. Les cristallisoirs ont été recouverts par la même plaque photogra-

(1) Dammer, *Handbuch der anorganischen Chemie*, t. IV, p. 128.

(2) Nous nous occuperons, dans une prochaine Note, de l'action exercée sur la plaque photographique par le pétrole du commerce, qui a été exposé à la lumière solaire.

(3) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. LII, p. 236.

phique et le tout a été placé à l'abri de la lumière. Après 2 jours, la plaque photographique a été développée : l'eau irradiée seule avait agi sur elle.

Il convient de rappeler que Miroslaw Kernbaum (¹), en employant des méthodes moins sensibles que la précédente, a prouvé que les rayons ultra-violets décomposent l'eau, avec formation d'eau oxygénée.

Enfin, nous avons encore fait une dernière expérience. Sur le fond plat d'une petite cuvette en porcelaine, on dépose un morceau de papier à filtrer imbibé de la solution d'iodure de potassium amidonnée. Parallèlement à la feuille de papier à filtrer et à une distance de $1^{mm},2$, on place une plaque de quartz de 4^{mm} d'épaisseur. La cuvette est mise au fond du globe en verre de la lampe à vapeur de mercure et exposée aux rayons ultra-violets. Ceux-ci traversent le quartz, mais l'air, qui est contenu dans le globe et s'ozonise, ne peut circuler facilement sous la plaque de quartz, tandis qu'il peut agir activement sur le papier à filtrer aux endroits non recouverts par cette plaque. Aussi, au bout de 2 minutes, on constate que le papier à filtrer a fortement bleui, seulement aux endroits où il n'est pas recouvert par la plaque de quartz.

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur la nocivité du rayonnement solaire.* Note de M. **Laurent Raybaud**, présentée par M. Deslandres.

Dans une précédente Communication, j'ai étudié l'action des diverses radiations lumineuses et ultra-violettes sur des cultures de *Phycomyces nitens*. En projetant sur une culture de ce champignon le spectre d'une lampe à vapeur de mercure en quartz, j'ai montré qu'une action extrêmement nocive se manifeste pour les radiations de faibles longueurs d'onde. J'ai constaté depuis le même phénomène avec d'autres moisissures. Cette action commence d'une façon très brusque à la raie 3030, et se continue jusque vers l'extrême limite du spectre, où elle s'atténue alors graduellement, à cause de la faible intensité de ces radiations. Toute cette partie nocive n'existe pas dans le spectre d'un grand nombre de sources de lumière, parce qu'elle est complètement absorbée par la moindre épaisseur de verre. On sait d'autre part que le spectre solaire ne s'étend pas très loin vers l'ultra-violet, grâce à l'absorption de l'atmosphère terrestre. Peu s'en faut même que sa limite ne coïncide avec le commencement des radiations fortement nocives, et

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIX, juillet 1909, p. 273.

il est intéressant de remarquer qu'à la surface de la Terre on est presque complètement à l'abri de celles-ci. Toutefois il reste à l'extrême limite du spectre solaire une très étroite bande, déjà considérablement affaiblie par l'absorption.

On sait en effet que la limite du spectre solaire, d'ailleurs légèrement variable, ne dépasse pas 2900. Comme cette bande est limitée et affaiblie par l'absorption atmosphérique, on conçoit que són intensité puisse subir de grandes variations, et que l'action physiologique du rayonnement solaire puisse se modifier considérablement sans que le rayonnement total varie d'une manière appréciable. Ces considérations expliquent l'influence plus marquée des rayons solaires lorsqu'on s'élève aux grandes altitudes. Des accidents tels que les coups de soleil, les ophtalmies, tendent à faire penser que dans un lieu donné cette action est variable. Il semble donc qu'à certains jours l'action nuisible du rayonnement solaire est plus marquée que d'habitude, et cela s'explique, si, comme c'est probable, le spectre solaire est limité, au moins en partie, par l'absorption de l'ozone, dont la proportion dans l'air n'est certainement pas constante ([1]).

Il est très probable que d'autres actions du rayonnement solaire s'expliquent d'une manière analogue : action sur les matières colorantes, sur le caoutchouc.

Quelques expériences que j'ai faites sur cette dernière substance m'ont montré que le rayonnement de la lampe en quartz lui faisait subir une altération rapide, action qui est énormément diminuée, si l'on interpose une lame de verre. On sait d'autre part que les enveloppes des ballons subissent une altération aux grandes altitudes, et il y a lieu de les protéger non contre les radiations visibles, mais contre le rayonnement correspondant aux dernières radiations du spectre solaire.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Dichroisme magnétique et orientation des cristaux de sidérose dans le champ.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

Le dichroïsme magnétique des liqueurs mixtes, c'est-à-dire la propriété qu'elles ont de transformer la lumière naturelle qui les traverse en un faisceau de lumière partiellement polarisée dont le plan de polarisation est,

---

([1]) H. Henriet, *Revue générale des Sciences*, t. XVIII, 1907, p. 189.

suivant les cas, perpendiculaire ou parallèle au champ, provient d'une inégale modification des composantes principales de la vibration par suite de la structure particulière prise par la liqueur dans le champ.

Il est naturel d'attribuer cette structure à l'orientation des particules anisotropes sous l'influence du champ; cette orientation créerait une dissymétrie spéciale, donnant au milieu une structure *striée;* mais les tentatives que j'avais faites jusqu'ici pour observer cette orientation dans les conditions mêmes où se manifeste le dichroïsme magnétique n'avaient donné aucun résultat.

L'intensité du phénomène présenté par la sidérose (1) suggère de s'adresser aux liqueurs dont la sidérose est un des constituants. On peut en effet observer dans les conditions suivantes le résultat attendu :

La platine d'un microscope convenablement modifié est placée dans l'entrefer de l'électro-aimant; sur cette platine, on installe une cellule dans laquelle on met quelques gouttes de sulfure de carbone (2) tenant en suspension des particules cristallines de sidérose; en visant avec un objectif qui donne un grossissement de 300 à 400, on voit, au moment où l'on excite le champ, un grand nombre de lamelles rhomboédriques se soulever et s'orienter de façon à se présenter, non pas tout à fait transversale, mais sous un angle plus faible qu'auparavant, si bien que la préparation offre un aspect strié; elles retombent dès qu'on cesse de produire le champ; les larges lamelles paraissent obéir plus aisément à l'action de l'électro-aimant.

Si l'on fixe son attention sur l'une d'elles ou qu'on examine une large lamelle rhomboédrique isolée dans le champ, on peut étudier en détail les particularités de ce mouvement. D'une manière générale, la lamelle se soulève et tend à se tenir en équilibre, comme si elle s'appuyait sur l'un des sommets, et elle s'incline sous un angle tel, que l'axe ternaire tend à s'orienter suivant la direction du champ.

On peut en effet faire tourner la préparation, de façon à donner à la section principale, qui est verticale et qui contient l'axe projeté suivant Ox, la direction du champ; dans ce cas, le mouvement est une simple rotation autour de la tige Oy perpendiculaire à Ox.

Le mouvement n'a jamais lieu autour d'un des côtés du rhombe pris comme charnière; si en effet on tourne la platine de façon à mettre l'une des arêtes Oa ou Ob perpendiculaire ou parallèle au champ, comme pour faciliter la rotation autour d'une de ces lignes, ce mouvement ne se produit pas; il est remplacé par un autre plus complexe, équivalant à une double rotation, d'abord dans le plan de la préparation, puis autour de la perpendiculaire au champ, comme dans le premier cas.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 855.

(2) Il est plus commode d'employer l'aniline qui n'offre pas les mêmes inconvénients que le sulfure de carbone, à cause de son évaporation rapide; en revanche, les préparations se colorent et deviennent rapidement inutilisables.

La facilité avec laquelle se produisent ces déplacements qui, comme pour le mouvement brownien, sont sans doute la trace de modifications analogues qui s'exécutent dans toute la masse, doit être rapprochée de l'intensité toute particulière avec laquelle la liqueur en question présente le dichroïsme magnétique.

A l'appui de cette façon de voir, je puis citer les expériences que j'ai faites sur un grand nombre d'autres liqueurs; aucune de celles précédemment étudiées ne présentait, à beaucoup près, un dichroïsme aussi considérable; or parmi les liqueurs, au nombre de plus de 500, que j'ai examinées au microscope dans les mêmes conditions de champ, aucune ne m'a permis de constater de semblables orientations.

On peut enfin rappeler les faits suivants : tandis que la sidérose et la dolomie donnent naissance au dichroïsme inverse, la calcite produit le dichroïsme direct; or Plücker et Beer ont annoncé que, si l'on suspend dans le champ de l'électro-aimant des rhomboèdres de ces diverses substances, la sidérose et la dolomie ont leur axe attiré par le champ, qui repousse au contraire l'axe de la calcite; certains échantillons ferrifères présentent d'ailleurs des anomalies. J'ai répété ces expériences et j'ai vérifié l'orientation inverse des cristaux sur lesquels ont été prélevés les fragments utilisés pour la préparation des liqueurs mixtes en question.

PHYSIQUE. — *Sur la constante de la loi de Stefan.* Note de MM. **Edmond Bauer** et **Marcel Moulin**, présentée par M. Villard.

I. On sait que l'énergie E rayonnée en 1 seconde par l'unité de surface d'un *corps noir* est reliée à la température absolue T de ce corps par la loi de Stefan

$$E = \sigma T^4,$$

σ étant une constante universelle qui dépend du choix des unités.

Cette loi a été démontrée d'une façon rigoureuse par Boltzmann, et vérifiée, *en valeur relative*, par un grand nombre d'expériences.

La connaissance exacte de la constante σ, *en valeur absolue*, présente actuellement un grand intérêt théorique. Elle permet de décider de la validité des différentes théories du rayonnement noir (Planck, Lorentz, etc.) qui la relient directement aux grandeurs moléculaires (énergie moléculaire, charge atomique, etc.) déterminées avec une grande précision par M. J. Perrin.

II. La méthode employée en général pour la mesure de σ consiste à comparer l'élévation de température d'un récepteur bolométrique exposé au rayonnement d'un corps noir, à celle qu'il subit lorsqu'on l'échauffe par un courant électrique d'intensité connue.

Dans cette méthode, on suppose :

1° Que le bolomètre est absolument noir, ou tout au moins que l'on connaît son pouvoir absorbant global *pour le rayonnement d'un corps noir de température* T;

2° Que la distribution des températures dans le bolomètre est la même lorsqu'il est soumis au rayonnement à mesurer ou lorsqu'il est chauffé par le courant.

M. Kurlbaum (¹), en employant une lame bolométrique en platine platiné, a trouvé

$$\sigma = 5{,}32 \times 10^{-12} \qquad [T = (100 + 273)°].$$

M. Féry (²) a montré que ce récepteur ne satisfait pas à la première condition. La valeur de σ correspondante est donc trop petite. Au contraire, un récepteur conique peut être considéré comme parfaitement absorbant. Malheureusement le cône de M. Féry était chauffé, pour l'étalonnage, par un fil enroulé sur sa surface extérieure.

Dans ces conditions, il semble difficile d'admettre que la deuxième hypothèse soit exacte. La valeur $6{,}3 \times 10^{-12}$ correspondante est probablement trop grande.

III. Nous avons cherché à éviter ces différentes causes d'erreurs en *étalonnant le récepteur conique au moyen d'un rayonnement transportant une énergie connue.*

Les expériences étaient conduites de la manière suivante :

1° Nous avons d'abord chauffé une lame de platine dans le vide au moyen d'un courant I, et mesuré au pont de Thomson la résistance R d'une partie de la région médiane de cette lame, comprise entre deux fils de platine de $0^{mm},05$, soudés sur le bord et dont la surface S avait été déterminée à la machine à diviser. La résistance du platine étant fonction de sa température, nous avons pris cette résistance comme repère de la température de la lame, et tracé la courbe de la puissance $\frac{RI^2}{S} = \varpi$ dépensée dans la région étudiée (par unité de surface) en fonction de R.

2° Cette lame, placée verticalement, a été ensuite chauffée dans l'air et nous avons déterminé la force électromotrice e de la soudure conique d'un télescope pyrhéliométrique Féry, pointé sur la région étudiée.

Dans les deux séries d'expériences l'éclat de la surface du platine était

---

(¹) KURLBAUM, *Wied. Ann.*, t. LXV, 1898, p. 754.

(²) FÉRY, *Comptes rendus*, t. CLXVIII, 1909; *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XVII, juin 1909, p. 267.

parfaitement uniforme. Nous avons alors tracé la courbe de e en fonction de R.

3° Des deux graphiques précédents nous avons déduit la courbe représentant w en fonction de e. L'expérience a donné une droite. Cette droite devrait passer par l'origine. En réalité, elle se courbe légèrement au voisinage immédiat du zéro. Cet effet est causé par la perte due à l'air résiduel dans la première série d'expériences; mais un raisonnement simple montre que l'*inclinaison* de la droite n'en est pas modifiée.

4° Nous avons pointé le télescope sur un four électrique à 1064° (fusion de l'or) et observé au couple une force électromotrice correspondant à une puissance rayonnée de 19,1 watts par unité de surface. Il en résulte pour la constante de la loi de Stefan la valeur

$$\sigma = 6,0.10^{-12} \text{ (watt par centimètre carré et par degré)},$$

que nous croyons exacte à 1 pour 100 près environ.

En admettant pour la constante $\lambda_m T$ de la loi de Wien la valeur 2940, trouvée par Lummer et Pringsheim [1], la théorie de Planck conduirait pour la charge atomique à une valeur voisine de $5,3.10^{-10}$ U.E.S.; M. J. Perrin [2] a trouvé $4,1.10^{-10}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la forme théorique des courbes de refroidissement des mélanges binaires; cas des cristaux mixtes.* Note [3] de M. **E. Rengade**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Supposons que la solidification d'un mélange fondu de deux constituants donne naissance à des cristaux mixtes; la courbe de refroidissement comprendra successivement (*fig.* 1) une partie rectiligne XM représentant le refroidissement du liquide; une deuxième branche $M\mu$, correspondant à la solidification graduelle; enfin une dernière partie rectiligne μY représentant le refroidissement du mélange solidifié. En faisant les mêmes hypothèses que dans la Note précédente [4] nous nous proposons de déterminer la forme géométrique de la branche $M\mu$.

---

(1) Lummer et Pringsheim, *Verh. d. deutsch. phys. Ges.*, t. I, 1899, p. 23, 215; t. II, 1900, p. 163.

(2) Perrin, *Ann. de Chim. et de Phys.*, septembre 1909.

(3) Présentée dans la séance du 22 novembre 1909.

(4) *Comptes rendus*, t. CXLIX, 8 novembre 1909, p. 782.

Quand on fait varier la concentration moléculaire c du mélange (*fig.* 2), les points M et μ se déplacent sur les deux droites AM (liquidus) et AN (solidus).

La solidification du mélange fondu de composition c commencera à se produire à la température θ correspondant au point M ; la composition γ des cristaux qui se déposent est donnée par l'abscisse du point N du solidus.

Fig. 1.

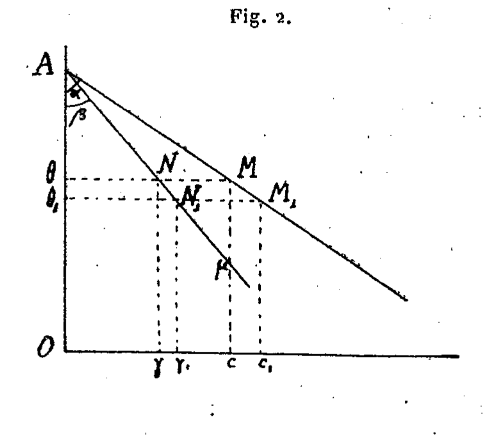


Fig. 2.

A la température θ_1, les compositions de la phase liquide et de la phase solide sont devenues c_1 et γ_1 ; il s'est déposé s molécules de cristaux mixtes.

En posant $\tang\alpha = k$ et $\tang\beta = k'$, on trouve facilement

$$c_1 = ky + c, \qquad \gamma = \frac{k'}{k}c, \qquad \gamma_1 = \frac{k'}{k}(ky + c), \qquad s = \frac{k^2}{k - k'}\frac{y}{ky + c}.$$

Pour un abaissement infiniment petit dy de la température à partir de θ_1, il se solidifie une masse moléculaire ds de cristaux mixtes, et la composition de la masse (en supposant bien entendu le refroidissement assez lent pour qu'elle se maintienne homogène) devient $\gamma_1 + d\gamma_1$. On voit facilement que les masses moléculaires des constituants A et B qui se solidifient dans ces conditions ont pour expressions

$$ds(1 - \gamma_1) - s\,d\gamma_1 \quad \text{et} \quad ds\gamma_1 + s\,d\gamma_1.$$

Appelons m_1 et m_2 les chaleurs spécifiques à l'état liquide de A et B, m'_1 et m'_2 leurs chaleurs spécifiques à l'état solide, L_1 et L_2 leurs chaleurs de solidification ; on trouve que la quantité de chaleur perdue dans le temps dt pour un refroidissement dy a pour expression

$$dq = \lambda\,dt = (1 - s)[(1 - c_1)m_1 + c_1 m_2]\,dy + s[(1 - \gamma_1)m'_1 + \gamma_1 m'_2]\,dy$$
$$+ [ds(1 - \gamma_1) - s\,d\gamma_1]L_1 + [ds\gamma_1 + s\,d\gamma_1]L_2.$$

1° Si l'on suppose $m_1 = m'_1 = m_2 = m'_2$, cette équation se simplifie et devient, tous

calculs effectués,

$$\lambda\, dt = m_1\, dy + \frac{kk'}{k-k'}(L_2 - L_1)\, dy + \frac{kk'}{k-k'}\,\frac{kc L_1}{(ky+c)^2}\, dy.$$

Prenons pour origine (*fig.* 1) le point M de solidification commençante, et portons en abscisses les temps et en ordonnées les différences $\theta - \theta_1 = y$. En intégrant l'équation précédente et exprimant que la courbe passe par l'origine, on trouve

$$(ky+c)\left\{[(k-k')m_1 + kk'(L_2 - L_1)]y - (k-k')\lambda t + kk' L_1\right\} = kk' c L_1.$$

On reconnaît une hyperbole dont une des asymptotes NP est fixe et dont l'autre se déplace en restant parallèle à Mt. La portion utile de cette courbe est limitée au point M par son intersection avec la droite MX représentant le refroidissement du mélange fondu ($\lambda t - m_1 y = 0$), et au point μ par sa rencontre avec la parallèle μY à MX, correspondant au refroidissement du mélange solidifié. Les angles de la branche d'hyperbole avec ces deux droites sont les *points anguleux de solidification commençante* et *de solidification complète*.

Si nous supposons un moment $L_2 = L_1$, on voit que l'asymptote NP est alors parallèle à XM : on retrouve une hyperbole tout à fait analogue à celle envisagée dans la Note précédente, et conduisant aux remarques suivantes :

1° L'angle XMμ, primitivement égal à XMN pour $c = 0$ (l'hyperbole se réduisant alors à ses asymptotes), s'ouvre progressivement quand on fait croître la concentration c du composant B.

2° L'angle MμY est toujours plus ouvert que le précédent : de sorte que *le point de solidification complète est toujours moins net que le point de solidification commençante*.

Cette remarque explique la difficulté que présente l'observation des points correspondant au solidus.

Mais en général $L_2 - L_1$ n'est pas nul : si $L_2 > L_1$, on voit que l'asymptote fixe NP est *moins inclinée* que XM, ce qui a pour effet de rendre moins obtus les angles en M et μ, et par suite de rendre ces points plus facilement observables.

Si au contraire $L_2 - L_1 < 0$, l'asymptote NP est *plus inclinée* que XM; les angles en M et μ s'ouvrent davantage et l'on voit que, pour des valeurs convenables de c, ces angles peuvent devenir égaux à π. Les points M ou μ ne sont alors *rigoureusement plus observables*. Pour des valeurs de c supérieures à ces valeurs critiques, les angles deviennent $> \pi$.

3° En supposant $m_1 \neq m_2$, ou $m_1 \neq m'_1 \neq m_2 \neq m'_2$, on trouve des équations différentielles moins simples, mais qui s'intègrent toujours sans aucune

difficulté et conduisent à apporter aux conclusions précédentes des modifications tout à fait analogues à celles que nous avons rencontrées dans notre première Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Changements de coloration du diamant sous l'action de divers agents physiques.* Note de M. **Paul Sacerdote**, présentée par M. E. Bouty.

De nombreuses recherches ont été faites dans ces dernières années sur les changements de coloration que peuvent subir, sous l'action de divers agents physiques, certaines pierres précieuses telles que le quartz améthyste (¹) ou les corindons (²).

Dans cet ordre d'idées l'étude du diamant offre un intérêt tout particulier, à cause de sa constitution chimique plus simple que celle des autres pierres précieuses, et aussi parce que les moindres changements de teinte font varier considérablement sa valeur commerciale.

C'est ce qui m'a conduit à entreprendre les recherches que je vais résumer brièvement et dont les résultats apparaissent d'une façon très frappante sur les échantillons qui accompagnent la présente Note.

J'ai opéré sur des diamants de différentes provenances, les uns parfaitement incolores, les autres légèrement teintés en jaune verdâtre. Je les ai soumis successivement : à l'action des rayons X (pierre placée à l'extérieur d'un tube Röntgen) ; à l'action des rayons cathodiques (pierre placée à l'intérieur d'un tube à rayons cathodiques) ; enfin à l'action de la chaleur (pierre placée à l'intérieur d'un mouffle en terre réfractaire, à chauffage électrique, et dont un thermomètre à mercure permettait de suivre la température jusqu'à 300° environ). La durée de ces actions a varié, d'une expérience à l'autre, depuis quelques minutes jusqu'à plusieurs jours.

1° L'action des rayons X ne modifie pas sensiblement la couleur du diamant.

2° *L'action des rayons cathodiques modifie considérablement la couleur du diamant : la teinte initiale,* blanche ou jaune verdâtre très pâle (échantillon n° 1), *s'accentue progressivement jusqu'à devenir d'une belle couleur « vin de*

(¹) M. Berthelot, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, et D. Berthelot, t. CXLV, 1907.

(²) Bordas, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 710, 800, 874.

Madère » (échantillon n° 2) qui vire ensuite au brun plus ou moins foncé si l'on prolonge l'action.

3° Le diamant ainsi teinté par l'action des rayons cathodiques semble conserver désormais sa teinte, puisque l'échantillon que je soumets à l'Académie a été préparé il y a près d'un an. Il est vrai que depuis cette époque il a été conservé dans une boîte, mais je l'en ai extrait à maintes reprises et je l'ai même exposé une fois, pendant toute une journée, à la lumière solaire directe, sans constater de modification sensible dans sa teinte [1].

4° *L'action d'une température un peu élevée* (300° à 400°) *décolore assez rapidement le diamant* et le ramène sensiblement à sa teinte initiale (échantillon n° 3).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'influence du radium, des rayons* X *et des rayons cathodiques sur diverses pierres précieuses.* Note [2] de M. **André Meyère.**

A la suite des Communications de M. le Dr Bordas des 11 et 18 novembre 1907 et du 6 janvier 1908, j'ai voulu rechercher s'il était possible de déterminer le mécanisme de la coloration des corindons sous l'influence du radium d'abord et ensuite sous celle des rayons X.

Mes recherches se sont prolongées pendant près de deux ans et ont porté sur les différentes espèces de corindons (corindon blanc, corindon rose, corindon bleu) et sur le diamant.

J'avais pensé que la coloration pouvait être due à un transport d'un élément du radium ou de la cathode dans la pierre examinée. Je crois pouvoir conclure, après de nombreuses expériences, qu'il ne doit pas en être ainsi. En effet la coloration obtenue, soit sous l'influence du radium, soit sous celle des rayons X, ou sous celle des rayons cathodiques, est toujours identique (quel que soit dans ces deux derniers cas le métal composant les électrodes) : elle est *jaune brûlé*. L'intensité et la durée d'obtention seules diffèrent.

Je joins à cette Note quelques pierres soumises à ces expériences.

---

(1) Ces recherches ont été commencées il y a plus d'un an, mais j'ai dû les abandonner momentanément pour d'autres occupations plus urgentes. Bien que les expériences ne soient pas achevées, je me décide à publier ces quelques résultats parce que j'ai appris, par la correspondance communiquée à la dernière séance de l'Académie, qu'un autre physicien, M. Meyère, s'occupe de la même question.

(2) Reçue dans la séance du 22 novembre 1909.

J'ai opéré avec le radium seul, puis avec les rayons X en plaçant les pierres à l'*extérieur de l'ampoule*, comme l'indique M. le Dr Bordas dans sa Communication du 18 novembre 1907. J'ai également soumis des pierres à l'influence des rayons X et des rayons cathodiques à l'*intérieur de l'ampoule*.

Dans l'une et l'autre des ampoules que j'ai fait construire en vue de ces expériences, les électrodes sont mobiles et interchangeables : j'ai ainsi pu opérer avec des électrodes cuivre-cuivre, cuivre-platine, nickel-nickel, nickel-platine, aluminium-aluminium, aluminium-platine.

Dans tous les cas, la coloration a été semblable.

Quelquefois les pierres examinées se recouvraient plus ou moins rapidement d'une couche métallique; je l'ai toujours fait disparaître avec des acides appropriés et la coloration jaune apparaissait sous la gaine métallique.

J'ai essayé d'expérimenter sur des pierres préalablement trempées dans une solution d'oxyde métallique (cuivre, nickel) dont il restait des traces après dessiccation. Après l'expérience la coloration jaune était identique sur la pierre recouverte d'oxyde métallique et sur la pierre témoin. La présence de l'oxyde paraît donc n'avoir aucune influence.

Pour mes expériences je faisais le vide dans les ampoules au moyen d'une trompe à mercure qui fonctionnait constamment, et j'ai essayé d'écarter toute cause d'erreur. Pour éviter l'échauffement des pierres, dans certaines expériences, je faisais passer le courant par intervalles de quelques secondes seulement. L'éclat de la fluorescence des pierres était d'ailleurs un criterium de vide.

De ces longues et nombreuses expériences je crois pouvoir conclure que, sous l'influence du radium, des rayons X et des rayons cathodiques, quel que soit le procédé employé et le métal formant les électrodes, les corindons et les diamants ne se colorent qu'en *jaune* plus ou moins foncé.

CHIMIE. — *Préparation catalytique des cétones grasses dissymétriques.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

J'ai indiqué précédemment (1) comment on arrivait à préparer facilement les cétones *symétriques* en faisant passer, vers 400°, sur les oxydes d'uranium et mieux sur la thorine, les vapeurs des acides gras correspondants. Il était naturel de supposer qu'on obtiendrait par la même méthode des

(1) *Comptes rendus*, 5 avril 1909, p. 927, et 19 juillet 1909, p. 213. — *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 905.

cétones *dissymétriques*, et, en effet, avec un mélange à molécules égales d'acide acétique et d'acide propionique, j'avais préparé la méthyléthylcétone [1]. La continuation de ces recherches a montré que le procédé se généralisait et qu'en faisant passer sur la thorine, de 400° à 430° [2], un mélange à molécules égales de deux acides gras, RCO^2H et $R'CO^2H$, on obtient la cétone mixte $RCOR'$, d'après l'équation

$$(1)\qquad RCO.OH + R'CO.OH = RCOR' + CO^2 + H^2O.$$

Il fallait s'attendre à ce que cette première réaction serait accompagnée des deux suivantes :

$$(2)\qquad 2RCO.OH = RCOR + CO^2 + H^2O,$$
$$(3)\qquad 2R'CO.OH = R'COR' + CO^2 + H^2O.$$

Et, en effet, les trois cétones $RCOR'$, $RCOR$, $R'COR'$ se trouvent dans le liquide recueilli. Leur séparation par distillation fractionnée devient, dans beaucoup de cas, très facile en raison de l'écart notable de leurs points d'ébullition.

J'ai préparé de la sorte :

La *méthyléthylcétone*, $CH^3 - CO - CH^2 - CH^3$, butanone-2, qui bout à 79°-81°, en partant des acides acétique et propionique mélangés à molécules égales;

La *méthylpropylcétone* $CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - CH^3$, pentanone-2, bouillant à 101°-103°, en partant des acides acétique et butyrique;

La *méthylisopropylcétone* $CH^3 - CO - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CH^3}{\diagdown CH^3}$, méthyl-2-butanone-3, bouillant à 93°-95°, à partir des acides acétique et isobutyrique;

La *méthylisobutylcétone* $CH^3 - CO - CH^2 - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CH^3}{\diagdown CH^3}$, méthyl-2-pentanone-4, bouillant à 114°-116°, à partir des acides acétique et isovalérique;

L'*éthylpropylcétone* $CH^3 - CH^2 - CO - CH^2 - CH^2 - CH^3$, hexanone-3, bouillant à 122°-124°, à partir des acides propionique et butyrique;

L'*éthylisobutylcétone* $CH^3 - CH^2 - CO - CH^2 - CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup CH^3}{\diagdown CH^3}$, méthyl-2-hexanone-4, bouillant à 132°-134°, à partir des acides propionique et isovalérique.

Dans toutes ces expériences, les deux acides mélangés, comme il a été dit, à molécules égales, ont été totalement transformés en trois cétones, une

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 480.

[2] On peut chauffer, jusqu'à 450°, sans que les cétones formées soient sensiblement décomposées.

mixte et deux symétriques. C'est la cétone mixte qui prédomine jusqu'à constituer parfois près de la moitié du liquide recueilli, comme dans le cas de la méthylisobutylcétone. On favorise la production de cette cétone mixte en employant en excès l'un des deux acides, de préférence le moins riche en carbone. C'est ainsi qu'en opposant 1^{mol} d'acide isobutyrique à 3^{mol} d'acide acétique, on obtient de la méthylisopropylcétone et de la propanone avec une faible proportion d'isobutyrone.

Le procédé qui vient d'être décrit ne se borne pas aux cétones grasses dissymétriques. Il trouve encore, ainsi que je le montrerai, une application très avantageuse dans la préparation des cétones mixtes de la série aromatique. L'*acétophénone*, par exemple, se produit mêlée seulement de propanone lorsqu'on fait agir sur la thorine un mélange de 3^{mol} d'acide acétique et de 1^{mol} d'acide benzoïque.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénations dans la série terpénique.* Note de M. G. VAVON, présentée par M. A. Haller.

Si l'on agite le pinène en présence de noir de platine dans une atmosphère d'hydrogène, il absorbe rapidement ce gaz pour donner un hydrure de formule $C^{10}H^{18}$.

En solution éthérée, le camphène donne également un carbure en $C^{10}H^{18}$, le limonène un carbure en $C^{10}H^{20}$.

Le corps à hydrogéner et le noir de platine sont mis dans un récipient agité mécaniquement et communiquant avec un gazomètre gradué contenant l'hydrogène sous une pression sensiblement constante.

Ce dispositif permet de suivre la réaction à chaque instant par une simple lecture.

La variation de la vitesse d'absorption en fonction du temps dépend beaucoup de la quantité de platine. Pour une faible quantité, la vitesse, grande au début, diminue bientôt et la réaction ne s'achève que très lentement. Si au contraire on met suffisamment de platine, la réaction se fait rapidement jusqu'à la fin.

Exemple : Pinène 70^g, platine 6^g.

Temps.	Volumes absorbés.	Vitesses moyennes.
m	cm³	
10	2050	205
20	4200	215
30	6100	190

Temps.	Volumes absorbés.	Vitesses moyennes.
m	cm³	
40	7000	190
50	8700	170
60	10250	155
70	11650	140
75	12400	150
77	12650	125
79	12875	125
80	12950	75
81	12975	25
82	12975	< 1
83	12975	< 1
120	13000	< 1
150	13000	< 1

On voit que la réaction s'arrête brusquement; en 3 minutes la vitesse, restée sensiblement constante jusque-là, tombe de 125 à 1.

On sait, depuis les travaux de M. Darmois (*Comptes rendus*, 2 novembre 1909), qu'il est facile de retirer l'α-pinène pur de l'essence de pin d'Alep. C'est sur un échantillon de cette essence, mis obligeamment à ma disposition par M. Darmois, que j'ai effectué l'hydrogénation. Ce pinène de pouvoir rotatoire $|\alpha|_D^{15} = +48°,3$, se solidifiant à $-50°$ a donné, avec *un rendement quantitatif*, un hydrure $C^{10}H^{18}$ qui bout à 166° (non corrigé), sous une pression de 755^{mm}.

Son pouvoir rotatoire est $|\alpha|_D = +22°,7$, sa densité $d_{15}^{15} = 0,861$; il se solidifie vers $-45°$. Ce corps a le même point d'ébullition et la même densité que le carbure obtenu par MM. Sabatier et Senderens en hydrogénant le pinène au moyen du nickel (*Comptes rendus*, 28 mai 1901). Cependant je n'ai pas constaté le brunissement à l'air indiqué par ces auteurs. Un échantillon de cet hydrure préparé depuis le mois de juin dernier est resté absolument limpide et incolore; son pouvoir rotatoire n'a pas varié.

L'essence française gauche a donné le même corps, mais de pouvoir rotatoire un peu plus faible $|\alpha|_D = -21°,3$. Or, M. Darmois (*loc. cit.*) a établi que le β-pinène existait en quantité notable dans l'essence française; il s'ensuit donc que l'α- et le β-pinène semblent donner le même hydrure.

Camphène. — Je suis parti d'un camphène fondant à 55° et ayant comme pouvoir rotatoire $|\alpha|_D = -80°$.

L'hydrure $C^{10}H^{18}$ obtenu est un corps solide ayant le même aspect que le camphène et fondant vers 87°. Ce corps semble donc différent de l'hy-

drure liquide obtenu par MM. Sabatier et Senderens (*loc. cit.*) et aussi du corps fondant à 156° qu'on obtient par l'action de l'eau sur le magnésien du chlorhydrate de camphène. Je m'occupe d'éclaircir ce point.

Limonène. — Le limonène mis en expérience avait comme pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +121°,3$. Le corps obtenu par fixation de 4^{at} d'hydrogène bout à 169° (non corrigé); il *est complètement inactif;* sa densité est $d_{15}^{15} = 0,803$.

En dehors de la série terpénique, j'ai, par la même méthode, hydrogéné quelques corps à fonctions éthyléniques ou acétyléniques. M. Lespieau et moi nous avons fait ainsi la synthèse de l'acide subérique à partir de l'octadiine-dioïque (*Comptes rendus,* 17 mai 1909). J'ai de même hydrogéné les acides maléique, fumarique, cinnamique en solution alcoolique, l'acide érucique en solution éthérée. Les rendements en acides succinique, phénylpropionique, bénique sont quantitatifs. La vitesse d'absorption dépend de la nature du solvant et de la concentration; mais, même dans les conditions les plus favorables, je n'ai jamais observé d'hydrogénation aussi rapide que pour les terpènes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les phytostérols dans la famille des Synanthérées; le faradiol, nouvel alcool bivalent du tussilage.* Note de M. T. **Klobb**, présentée par M. A. Haller.

En poursuivant des recherches commencées depuis un certain temps sur les alcools cholestériques dans la famille des Synanthérées j'ai rencontré dans les fleurs de *Tussilago farfara* deux nouvelles substances de cette nature. La première est un phytostérol monovalent encore incomplètement déterminé, qui fond vers 127°; son acétate fond à 117°-119° et possède un pouvoir rotatoire gauche de — 36°,7 (solution à 2,5 pour 100 dans le chloroforme). La seconde, le *faradiol*, se caractérise par la présence de 2^{at} d'oxygène dans sa molécule, et vient se placer par l'ensemble de ses propriétés à côté de l'*arnidiol* (¹).

Préparation. — Contrairement à ce qui se passe avec la camomille et l'arnica, l'extrait pétrolique des fleurs ne donne que des résultats négatifs et il faut s'adresser à l'extrait alcoolique; on constate la même particularité avec d'autres plantes de la

(¹) T. Klobb, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 763; t. CXL, 1905, p. 1700; *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, t. IX, 1904, p. 196; *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXXIII, 1905, p. 1075.

même famille. Le procédé dont je me sers maintenant et qui est d'une application générale est le suivant : l'extrait alcoolique des fleurs est d'abord repris par l'eau, il se sépare des tanins oxydés visqueux qu'on redissout avec un peu d'ammoniaque, puis on épuise le tout à l'éther. Les solutions éthérées, d'un vert très foncé, sont distillées à sec et le nouvel extrait est saponifié par la potasse alcoolique; on chasse l'alcool, on reprend par un grand excès d'eau et la liqueur savonneuse est elle-même épuisée à l'éther. Celui-ci abandonne un produit jaune épais qui renferme généralement, outre le phytostérol, un carbure saturé (produit P).

En appliquant ce procédé à diverses Synanthérées (fleurs) j'ai trouvé dans *Antennaria dioïca* de faibles quantités d'un phytostérol encore indéterminé, et dans *Matricaria chamomilla* des quantités plus notables d'un corps fondant vers 130° et déviant à gauche; $[\alpha]_D = -29°,3$ pour une solution à 4 pour 100 dans le chloroforme. Le *Semen-contra* et *Solidago virga-aurea* ont donné des résultats négatifs.

Dans le cas du tussilage qui est plus compliqué le produit P renferme : 1° un carbure saturé fondant vers 57°; 2° le phytostérol fondant à 127°; 3° le faradiol qui fond à 209°-211°; 4° une substance jaune épaisse visqueuse qui accompagne les phytostérols dans toutes les plantes que j'ai examinées.

J'exposerai dans un autre Recueil le procédé qui a servi à extraire de ce produit P le faradiol pur.

Propriétés. — L'analyse du faradiol combinée avec celle de ses dérivées, ainsi que des déterminations cryoscopiques, conduit à la formule

$$C^{30}H^{50}O^2 \quad (\text{ou} \quad C^{31}H^{52}O^2 \quad \text{ou} \quad C^{29}H^{46}O^2).$$

Le faradiol cristallise dans l'alcool éthylique en gros prismes orthorhombiques formés par les faces *pm*, toujours aplatis suivant la base *p*; l'angle *mm* qui est un peu variable (mesuré par M. Chevalier) est voisin de 115°; ces tables renferment 1^{mol} d'alcool de cristallisation. Dans l'acétone, le faradiol cristallise en tables rectangulaires allongées s'effleurissant à l'air. Il fond à 209°-211°; mais débarrassé d'alcool de cristallisation par une exposition suffisante à 115°-120°, il ne fond plus que vers 238°, sans doute par transformation avec un isomère plus stable. Il jouit du pouvoir rotatoire droit : on a trouvé $[\alpha]_D = +45°,1$ dans l'acétone (1,25 pour 100; $t = 20°$) et $+41°,0$ dans le chloroforme (2 pour 100; $t = 20°$).

La cryoscopie dans l'acide acétique a donné ($\Delta = 0°,42$; concentration, 5,5 pour 100), $M = 514$; calculé pour $C^{30}H^{50}O^2$: $M = 442$. Réactions colorées : 1° R. de Hesse-Salkowsky : les deux liquides deviennent roses avec fluorescence jaune vif; 2° R. de Liebermann : rouge vineux ou rouge groseille avec fluorescence verte.

L'acétate $C^{30}H^{48}O^2(C^2H^3O)^2$ paraît exister sous deux formes différentes comme l'acétate d'ardiniol. Agrégats mamelonnés (dans CH^4O) se changeant plus tard en cristaux aplatis à contour hexagonal; point de fusion, 140°-145°. Pouvoir rotatoire, $[\alpha]_D = +63°,6$ (solution à 4 pour 100 dans le benzène). Cryoscopie dans le benzène :

1° A = 1°,6; concentration, 10,4 pour 100; M = 483; 2° A = 0°,65; concentration, 7 pour 100; M = 529; calculé pour $C^{34}H^{54}O^{4}$: 524.

Le propionate cristallise en lamelles nacrées dans un mélange d'alcool absolu et d'éther; il fond à 155°-158°. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +62°,3$ (solution à 3 pour 100 dans le benzène).

La phényluréthane $C^{30}H^{48}O^{2}(CO - NHC^{6}H^{5})^{2}$ cristallise en faisceaux de prismes dans l'éther bouillant et subit la fusion pâteuse entre 190° et 205°. Chauffée avec de la chaux sodée, elle dégage de l'aniline.

Au total, on peut dès maintenant diviser les phytostérols des Synanthérées en trois groupes distincts :

Premier groupe. — Alcools monovalents à point de fusion voisin de 130°, analogues à la *sitostérine*. Cristallisant dans l'alcool à 95° en lamelles renfermant généralement de l'eau de cristallisation. Pouvoir rotatoire gauche. *Phyt.* de *Matricaria chamomilla* et *Tussilago farfara*.

Deuxième groupe. — Alcools monovalents à point de fusion élevé, analogues à l'*amyrine*, cristallisant dans l'alcool sous forme d'aiguilles. *Anthestérol* (1), point de fusion 221°-223°, pouvoir rotatoire droit. *Homocholestérine* (2), point de fusion 183° (pouvoir rotatoire?)

Troisième groupe. — Alcools bivalents à point de fusion supérieur à 200°, se séparent de l'alcool en cristaux relativement volumineux, renfermant de l'alcool de cristallisation. Pouvoir rotatoire droit.... *Arnidiol*. *Faradiol* (3).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation catalytique des bases quinoléiques et aromatiques.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Haller.

L'hydrogénation des bases quinoléiques par la méthode de MM. Sabatier et Senderens a déjà été tentée par MM. Padoa et A. Carughi (4).

Ces chimistes ont annoncé, en 1907, que la quinoléine ne s'hydrogénait pas ainsi normalement, mais subissait une transformation profonde avec production de méthylkétol.

A la suite de recherches exécutées à la même époque, je suis parvenu à

(1) Klobb, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, 1902, p. 1229; *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XVIII, 1909, p. 135.

(2) Marino Zucco, *Gazz. chim. ital.*, t. XIX, 1889, p. 208.

(3) Ces deux derniers alcools apparaissent ainsi comme les homologues supérieurs de l'*onocérol* de Thoms, extraits de l'*Ononis spinosa* (Papilionacées) (*Berichte*, de Berlin, t. XXIX, p. 2985).

(4) *Atti R. Acad. L.*, 5e série, t. XV, 1906, III, p. 113.

des résultats tout différents, dont j'ai exposé les principales lignes à la séance du 28 février 1908 de la Société chimique de France (1).

M. Ipatief, au cours de ses remarquables recherches sur les hydrogénations catalytiques à température et à pression élevées, a également étudié l'hydrogénation des bases quinoléiques (2). Il est parvenu à les hydrogéner normalement, et, s'appuyant sur les travaux antérieurs des chimistes italiens, il a cru devoir conclure que cette hydrogénation régulière des bases quinoléiques devait être attribuée à la modification qu'il avait apportée dans la méthode primitive de MM. Sabatier et Senderens, méthode qui, jusqu'alors, les avait laissées intactes ou avait disloqué profondément la molécule, comme l'aurait fait une pyrogénation.

Je crois devoir publier aujourd'hui l'ensemble de mes recherches, dont la première publication a dû certainement échapper à M. Ipatief :

Pour hydrogéner les bases quinoléiques par la méthode Sabatier et Senderens, il convient de prendre quelques précautions :

1° Le tube catalyseur doit être obtenu en réduisant l'hydrate de nickel à une température comprise entre 250° et 255° ;

2° L'hydrogénation doit se faire à une température comprise entre 160° et 180°.

Si la réduction de l'oxyde de nickel a été opérée à une température supérieure à 255°, ou si après la réduction le métal se trouve momentanément porté à une température de 270°, le catalyseur perd ses propriétés hydrogénantes vis-à-vis des bases quinoléiques, et l'on n'observe plus, si on élève la température d'hydrogénation, que les phénomènes complexes décrits par MM. Padoa et Carughi. Pour éviter cette difficulté, il convient d'employer le chauffage électrique.

J'ai toujours fait usage, dans ces expériences, d'hydrate d'oxyde de nickel supporté par de la ponce.

En opérant dans ces conditions, on observe une absorption active d'hydrogène, et la plus grande partie de la base quinoléique se transforme en tétrahydroquinoléine

Az → CH^2, CH^2, CH^2, AzH

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. III, p. 403.

(2) *D. ch. G.*, t. XLI, 1908, n° 4, p. 991-993. Je n'ai eu connaissance de cette publication que dernièrement par l'extrait qui en a été donné dans le *Bulletin de la Société chimique*, 4e série, t. VI, p. 1105, publié en octobre 1909.

Pour isoler la tétrahydroquinoléine de la base non hydrogénée, on traite le mélange par l'anhydride acétique qui acétyle la tétrahydro sans toucher à la base non hydrogénée. Des lavages à l'acide chlorhydrique faible permettent d'éliminer cette dernière, et, en traitant la base acétylée par de l'acide chlorhydrique à l'ébullition, on la régénère à l'état de pureté.

Il est remarquable de constater que cette hydrogénation porte sur la partie pyridique de la molécule, tandis que la pyridine n'est pas elle-même hydrogénable normalement d'après les travaux de M. Sabatier.

J'ai constaté que dans ces conditions il ne se produit aucune trace de bases indoliques, et qu'il ne se forme jamais de dérivés plus hydrogénés que la base tétrahydrogénée.

Pour bien élucider ce point, j'ai fait écouler lentement, et en présence d'un excès d'hydrogène, 500g de tétrahydroquinoléine pure dans un tube fraîchement préparé. Le produit de cette réaction a été mis en suspension dans l'eau, et traité par un courant d'acide carbonique. Ce corps, qui a la propriété de donner naissance à des carbonates solubles avec les bases octo- et tétrahydrogénées, n'a, dans ce cas, solubilisé aucune base.

La méthode de M. Ipatief au contraire permet de pousser l'hydrogénation des bases quinoléiques jusqu'aux dérivés décahydro, et c'est en cela qu'elle diffère de la méthode primitive de MM. Sabatier et Senderens. La paraméthylquinoléine (méthyl-6-quinoléine) m'a donné, dans ces mêmes conditions, le dérivé tétrahydrogéné correspondant, dans le noyau pyridique, identique à celui qui a été obtenu par Bamberger en hydrogénant la *p*-méthylquinoléine par l'étain et l'acide chlorhydrique.

La méthode de Sabatier et Senderens paraît donc être la méthode de choix pour la préparation des dérivés py-tétrahydrogénés des bases quinoléiques. Les rendements en sont excellents, ils atteignent 70 pour 100, et l'on récupère très aisément la base non hydrogénée.

Cette méthode s'applique d'ailleurs avec la même facilité aux bases aromatiques tertiaires comme la diméthyl et la diéthylaniline. Les bases hydrogénées correspondantes donnent des carbonates stables et solubles, que l'on peut utiliser avantageusement pour leur purification.

Ces bases avaient déjà été obtenues par M. Sabatier, mais dans un moins grand état de pureté, faute d'un procédé chimique de purification.

L'hexahydrodiméthylaniline bout à 159° et donne un picrate fondant à 176°-177°.

L'hexahydrodiéthylaniline bout à 191°, et son picrate fond à 91°-92°.

Les chloroplatinates de ces bases sont très solubles, et cristallisent difficilement.

En terminant, je crois devoir insister tout particulièrement sur les pro-

priétés différentes du nickel réduit, suivant qu'il a été préparé ou recuit à des températures plus ou moins élevées.

Un tube catalyseur réduit à 300°, ou même préparé à 250°, mais recuit pendant quelques minutes à 300°, perd la propriété d'hydrogéner la benzine : il possède cependant encore la propriété de transformer le groupe CO en CH^2 d'une cétone aromatique ([1]). Il est de même possible, dans une cétone grasse, d'hydrogéner cette double liaison, sans toucher à la fonction cétonique ([2]).

On peut donc atténuer la fonction hydrogénante des métaux réduits par une élévation passagère de la température, et cette propriété n'est pas sans analogie avec l'atténuation des propriétés virulentes des bactéries par la chaleur.

MINÉRALOGIE. — *Sur le polychroïsme des cristaux colorés artificiellement.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Les cristaux colorés artificiellement peuvent être polychroïques (de Senarmont) : dans ce cas, l'absorption inégale de la lumière suivant les diverses directions du cristal se fait, comme je l'ai montré, de deux manières différentes correspondant à deux états différents de la matière colorante dans le cristal :

1° La matière colorante se trouve dans le cristal sous le même état que dans la solution (probablement à l'état de molécule chimique); c'est à ce genre de mélange que l'expression de *solution solide* peut être appliquée.

Dans ce cas, les axes de l'ellipsoïde d'absorption coïncident avec celui de l'ellipsoïde des indices du cristal coloré et le maximum d'absorption a lieu suivant n_g (acide phtalique, acide méconique, nitrate d'urée, oxalate d'urée, phlorizine, colorés par le bleu de méthylène, nitrate de strontiane hydraté, coloré par l'extrait de bois de campêche, etc.).

2° La matière colorante se trouve dans le cristal à l'état de particule cristalline; il s'agit alors d'une orientation régulière de deux substances différentes et par conséquent le phénomène est plus complexe que dans le cas précédent, et il peut ne pas y avoir coïncidence entre les axes de l'ellipsoïde d'absorption, qui dépend surtout de celui des particules cristallines

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 868.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 152.

de la substance colorante, et de ceux de l'ellipsoïde des indices du cristal coloré (nitrates de plomb, de baryte et de strontiane anhydres, sulfates de cuivre, de thallium, gypse, colorés par le bleu de méthylène [1]).

M. O. Lehmann a émis l'idée qu'il semble y avoir une relation entre l'intensité du polychroïsme et la biréfringence du cristal coloré. D'après mes observations, cette relation ne peut exister que pour les cristaux colorés par le premier procédé. Ainsi les cristaux des nitrates de plomb et de baryte colorés par le bleu de méthylène à l'état de particule cristalline possèdent un polychroïsme intense, bien que leur biréfringence soit très faible et parfois même à peu près nulle.

Pour vérifier l'exactitude de l'idée de M. O. Lehmann, j'ai expérimenté sur des cristaux d'acide phtalique hydraté, d'acide méconique, de nitrate et d'oxalate d'urée, de phlorizine, de chrysotile colorés par le bleu de méthylène. Les recherches sont très limitées par le fait que l'on connaît peu de substances dont les cristaux se colorent par une même matière colorante. En outre, la biréfringence de ces cristaux n'est pas toujours facile à déterminer.

Les acides phtalique et méconique sont très biréfringents; le plus petit indice n_p est égal à 1,461 dans le premier corps et à 1,45 environ dans le second; le plus grand indice n_g dépasse de beaucoup celui de l'iodure de méthylène, c'est-à-dire 1,74. L'examen des préparations de même épaisseur montre que la biréfringence des cristaux d'acide méconique est un peu plus élevée que celle des cristaux d'acide phtalique et que, dans les deux cas, elle est bien supérieure à 0,30. La biréfringence du nitrate d'urée est voisine de 0,20 et celle de la phlorizine est inférieure à 0,01.

Pour comparer les différences d'absorption [2] de la lumière suivant le plus grand indice n_g, dans les cristaux des diverses substances étudiées, j'ai pris seulement les

---

(1) L'absorption peut aussi être une conséquence de la polarisation partielle des rayons lumineux par les cristaux fibreux. Dans le cas où le cristal est coloré par des inclusions, la couleur paraît plus foncée quand le plan de polarisation des rayons ainsi polarisés est à 90° de celui du nicol (pseudopolychroïsme). L'expérience est facilement réalisée avec des sphérolites artificiels ou avec des minéraux fibreux.

Les cristaux de quelques substances se colorent par les deux modes énumérés plus haut; la matière colorante s'y trouve sous deux états différents (acide méconique, coloré par le violet de méthyle; oxalate d'urée, coloré par le bleu de méthylène).

(2) Pour comparer l'absorption suivant les directions du plus grand et du plus petit indice de réfraction, je procède de la manière suivante : l'oculaire spectroscopique d'Abbe est adapté à un microscope polarisant. Ce spectroscope est muni d'un dispositif permettant de comparer le spectre du cristal placé sur la platine du microscope avec celui d'une solution contenue dans un tube et colorée par la substance pénétrant le cristal. En diluant convenablement la solution, on peut obtenir le spectre d'absorption de ce dernier. Évidemment de semblables mesures ne peuvent être très précises, mais elles sont suffisantes pour indiquer le sens du phénomène.

cristaux qui présentaient, suivant n_p, une teinte bleuâtre, presque incolore. Les moyennes des résultats observés sont données dans le Tableau suivant :

	Biréfringence.	Couleur suivant n_p.	Couleur suivant n_g, correspondant à une solution du colorant au
Acide méconique.	>0,30	Bleuâtre, presque incolore	$\frac{2}{10000}$ environ
Acide phtalique..	>0,30	»	$\frac{1}{13000}$ »
Nitrate d'urée....	0,19	»	$\frac{1}{17000}$ »
Phlorizine.......	0,01	»	$\frac{1}{400000}$ »
Chrysotile.......	0,01	»	$\frac{1}{500000}$ »

Ces résultats montrent nettement que les différences d'absorption suivant les indices n_g et n_p augmentent avec la biréfringence ([1]).

Les différents faits qui viennent d'être considérés peuvent fournir de précieuses indications sur l'état de la matière colorante dans les minéraux. Ainsi les cristaux peu biréfringents et très polychroïques sont certainement colorés par des matières à l'état de particules cristallines (certaines apatites).

MINÉRALOGIE. — *Sur certaines lujaurites du Pilandsberg (Transvaal).* Note de M. **H.-A. Brouwer**, présentée par M. A. Lacroix.

Des syénites néphéliniques abondent dans la région du Pilandsberg, au nord-est de Rustenburg, dont une description géologique sommaire a été donnée par M. Molengraaff (*Trans. Geol. Soc. S. Africa*, t. VIII, 1905, p. 198). Elles sont caractérisées par beaucoup de minéraux rares (eudialyte, astrophyllite, mosandrite et lavenite).

Je ne m'occuperai dans cette Note que d'un type curieux de foyaïtes, les lujaurites, connues seulement jusqu'ici dans la presqu'île de Kola (Laponie) (W. Ramsay et V. Hackmann, *Fennia*, t. XI, n° 2, 1894), au Groenland (N.-V. Ussing) et comme facies de variation des syénites néphéliniques des îles de Los (Guinée française) (A. Lacroix, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 681).

([1]) Les fibres végétales et animales colorées montrent la même relation que les cristaux étudiés. Le caoutchouc devient biréfringent quand on l'étire et son polychroïsme augmente avec la double réfraction.

Type 1. — Cette roche ressemble beaucoup à la lujaurite normale de la presqu'île de Kola, que j'ai pu examiner dans le laboratoire de M. A. Lacroix. Dans quelques échantillons, la néphéline et l'eudialyte sont imprégnées de calcite et ne peuvent être reconnues que grâce à leurs formes extérieures; la calcite accompagne l'analcime dans les cavités de la roche. D'autres sont caractérisés par une plus grande fraîcheur et par l'existence d'un minéral que je n'ai pu identifier avec aucune espèce connue. Il ressemble par sa couleur et son clivage parfait à l'astrophyllite; ses petits cristaux de quelques millimètres seulement sont allongés et aplatis. Au microscope, ils possèdent la biréfringence et un pléochroïsme plus faible que la lâvenite (n_g, jaune de paille, $> n_p \geqq n_m$, jaune pâle à incolore). Le plan des axes optiques est parallèle au clivage h^1 (100), la bissectrice aiguë est positive et les axes optiques très rapprochés ($2E = 30°$ environ); n_g est parallèle à l'allongement du cristal, la dispersion est forte. Les cristaux sont souvent maclés et ont une extinction atteignant 40°. On voit certaines analogies entre cette substance et le minéral inconnu n° 2 de la roche de Lujaur Urt, décrite par M. Ramsay, mais le pléochroïsme est différent (n_g, brun, $> n_m$, jaune, $\geqq n_p$, jaune pâle).

L'eudialyte, qui a macroscopiquement une couleur brun pâle, est transformée en catapléite, dont des sections hexagonales et presque isotropes sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive avec deux axes très rapprochés.

Les feldspaths très aplatis appartiennent pour la plupart au microcline non quadrillé, dans lequel les deux individus de la macle de l'albite sont enchevêtrés irrégulièrement; ils présentent en outre la macle de Carlsbad.

En grande abondance existe un minéral qui englobe pœcilitiquement les petits cristaux d'ægyrine et qui a tous les caractères de la pectolite ([1]); il est incolore, très biréfringent et assez réfringent, avec deux clivages nets, par rapport auxquels l'extinction est petite, jusqu'à 5°. Des sections, dans lesquelles ces deux clivages se coupent sous un angle d'à peu près 90°, sont perpendiculaires à la bissectrice aiguë positive avec deux axes assez rapprochés.

Type 2. — Les roches de ce type forment des collines assez considérables sur la ferme Tusschenkomst (331) (voir MOLENGRAAFF, *loc. cit.*, qui a signalé déjà son analogie avec certaines roches du Groenland). C'est une lujaurite très riche en ægyrine (peu d'arfvedsonite) et eudialyte, dans laquelle les feldspaths, très aplatis et disposés parallèlement, la néphéline brunâtre, l'eudialyte rouge carmin et un peu d'astrophyllite se détachent sur un fond de petites aiguilles d'ægyrine, qui entourent tous les autres éléments.

Les feldspaths et la néphéline sont très frais, l'eudialyte est automorphe et très pléochroïque, dans les teintes rose carmin et jaune rosâtre; le centre des cristaux est transformé en catapléite.

Les analyses suivantes, faites par M. F. Pisani, correspondent au type 1 (propriété Ledig, n° 744) et au type 2 (II). Je donne en outre les analyses

---

([1]) J.-Francis Williams a décrit (*Zeitschr. f. Krist.*, t. XVIII, 1890, p. 386) une pectolite néogène, riche en manganèse, dans la syénite néphélinique de Magnet Cove (Arkansas).

de certaines lujaurites du Groënland (III, riche en ægyrine; IV, riche en eudialyte; *in* H. Rosenbusch, *Elemente*, p. 129); de la presqu'île de Kola (V, riche en ægyrine, Angwundastschorr, Lujaur Urt; *in* V. Hackmann, *Bull. Comm. Géol. Finlande*, n° 15, 1905, p. 95) et des îles de Los (VI, schisteuse à eudialyte, *in* A. Lacroix, *loc. cit.*, 1906).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO^2........	52,35	51,35	53,74	51,62	53,50	57,95
TiO^2........	0,59	2,75	»	»	0,86	0,55
ZrO^2........	0,39	0,54	2,13	2,14	»	1,57
Al^2O^3.......	14,11	11,45	14,02	15,63	16,49	13,80
Fe^2O^3.......	7,98	9,40	10,63	6,06	8,72	5,72
FeO.........	2,17	2,41	1,71	4,98	1,48	1,73
MnO........	0,62	1,25	0,36	0,33	0,47	2,76
CaO.........	4,65	3,27	1,18	3,45	1,50	1,43
MgO........	0,66	0,54	trace	trace	1,05	0,53
K^2O.........	2,78	2,52	4,77	4,19	4,58	2,71
Na^2O........	9,30	10,80	9,02	10,09	9,98	8,95
CO^2.........	1,50	»	»	»	»	0,17 (Cl)
H^2O.........	3,20	3,20	3,40	2,12	1,76	1,71
	100,30	99,48	100,96	100,61	100,39	99,58

On voit les caractères communs à toutes ces roches : richesse en Fe^2O^3 (et FeO, quand il y a de l'arfvedsonite) et absence presque complète de MgO. La richesse en CaO de mes roches s'explique surtout par la présence de la calcite. Dans le type 2, l'abaissement de la teneur en Al^2O^3 et l'augmentation en Fe^2O^3 est une conséquence de la richesse en ægyrine; la zircone se trouve dans l'eudialyte et la catapléite.

BOTANIQUE. — *Sur un nouvel hybride de greffe entre Aubépine et Néflier.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait qu'au siècle dernier l'on a désigné sous le nom d'*hybrides de greffe* des êtres singuliers qui offrent à des degrés divers un mélange des caractères du sujet et du greffon, comme cela a lieu chez les hybrides sexuels. On a décrit un certain nombre de ces formes qui rappellent jusqu'à un certain point des faits analogues rapportés par les agronomes de l'antiquité. Parmi elles, il faut citer l'Orange *Bizarria*, à fruit en partie orange et en partie citron, le *Cytisus Adami* et le Néflier de Bronvaux avec leur curieuse disjonction de caractères, le Poirier-Aubépine de Ville, le

Prunier panaché de M. Nomblot, le Poirier-Coignassier de Rennes, et ceux qui ont été obtenus dans la Vigne ou les plantes herbacées.

Dans ces dernières années, on a mis en doute l'existence même de ces êtres dont un certain nombre sont aujourd'hui passés dans les cultures, bien que leur origine ait été contrôlée par des personnes dignes de foi et que certains d'entre eux existent encore sur les greffes qui leur ont donné naissance.

J'ai eu, le 7 septembre dernier, la bonne fortune de pouvoir examiner un nouvel hybride de greffe entre Aubépine et Néflier, qui m'avait été signalé par M. C. Brun, de Saujon (Charente-Inférieure), en 1906. Cet examen a été fait en présence d'une Commission réunie sur ma demande, et composée de MM. le Dr Faneuil, maire de Saujon; Beuffeuil, pharmacien; C. Brun et Vinsonneau.

Nous avons constaté ensemble les faits suivants :

La greffe comprend un sujet d'Aubépine normale, ainsi qu'en témoignent les rejetons de la base qui sont de l'Épine blanche type. Ce sujet est très vieux, mais il est difficile d'en fixer l'âge. Ce qu'on peut dire, c'est qu'il a au moins 40 ou 50 ans. A $1^m,70$ du sol, le tronc se divise en cinq branches qui ont été greffées en fente, il y a fort longtemps, avec un Néflier à gros fruits. Toutes ces greffes étaient réussies et elles ont, actuellement encore, conservé les caractères de la variété originelle. Mais, comme cela se passe souvent dans les greffes multiples sur un même sujet, l'une d'elles est restée chétive quand les quatre autres se sont développées normalement. Actuellement les greffons de trois de ces dernières greffes se dessèchent fortement par leurs extrémités, mais leur base, encore bien verte, est garnie de gros fruits. Le quatrième greffon, plus vigoureux et portant les plus beaux fruits, a été brisé par un coup de vent au mois de janvier dernier.

Au niveau de son bourrelet s'est développée, il y a 7 à 8 ans, une branche très curieuse. Le tronc de cette branche est d'abord unique, puis il se ramifie à $0^m,15$ environ de son insertion. Une des ramifications qu'il porte est de l'Aubépine pure; le reste est composé de deux formes hybrides, plus ou moins intermédiaires entre le Néflier et plus ou moins retombantes.

L'une de ces formes a des feuilles entières, velues comme celles du Néflier, mais beaucoup plus petites; elles mesurent 80^{mm} de long sur 32^{mm} de large, tandis que les feuilles correspondantes des greffons ont 122^{mm} sur 51^{mm}. Elle porte des épines. Les fruits sont de petites nèfles allongées de taille légèrement supérieure au fruit de l'Aubépine; les sépales sont longs, dressés et serrés les uns contre les autres, de façon à cacher entièrement l'ombilic étroit du fruit.

L'autre forme est plus voisine de l'Épine blanche que du Néflier. Les feuilles, velues ainsi que les tiges, sont découpées, mais moins que dans l'Aubépine. Les fruits rappellent ceux de l'Épine blanche, mais sont un peu plus gros; ils portent des sépales courts et recourbés. Les uns ont la couleur de la nèfle et l'épiderme entièrement rugueux; les autres ont la couleur rouge atténuée du fruit de l'Aubépine et l'épiderme

lisse. Dans certains fruits, ces caractères étaient plus ou moins fusionnés; certaines parties brunes et les parties rougeâtres étaient réunies par une zone intermédiaire de passage; un d'eux était plus curieux encore : il présentait les caractères de l'Aubépine sur les $\frac{4}{5}$ de sa surface; le reste, de forme sectoriale, avait les caractères de la nèfle, et la séparation était nette et brusque entre ces deux parties du fruit.

Au moment où nous avons constaté ces faits, on ne pouvait juger la nature des inflorescences et des fleurs. M. Brun, qui depuis 3 ans suit attentivement cette variation, a observé que les fleurs sont en corymbe et que, dans la forme voisine de l'Aubépine, elles ont la forme des fleurs d'Épine blanche, mais sont plus grandes. Les fruits, solitaires le plus souvent et parfois groupés par deux, sont portés par des pédoncules irréguliers qui rappellent le corymbe floral et corroborent l'observation de M. Brun.

Directement opposée à la branche complexe qui vient d'être décrite, une seconde branche a pris naissance sur le bourrelet. Elle est actuellement âgée de 2 ans; elle a $1^{m},20$ environ de long et est dressée verticalement. Ses caractères sont ceux du Néflier, mais ses feuilles sont un peu plus petites que dans les greffons et ses tiges sont épineuses.

De ces faits on peut tirer les conclusions suivantes :

Le Néflier de Saujon vient s'ajouter à la liste déjà longue des hybrides de greffe anciens, à ceux que j'ai signalés dans les plantes herbacées ou qui ont été obtenus, par mes méthodes, dans la Vigne, par MM. Jurie, Castel, Brun, Baco, etc., et dans la Pomme de terre par M. Hirche, en Allemagne. C'est l'un des exemples les plus complets qui aient été observés jusqu'ici; il confirme entièrement mes théories, car il est impossible, vu les circonstances de sa production, de lui trouver une autre origine que la greffe.

Son développement sur une des greffes seulement est également conforme à mes études sur le rôle du bourrelet et sur la grande variabilité de greffes en apparence identiques. L'âge élevé des greffes de Saujon montre que, dans les greffes de certaines Rosacées, le facteur temps a une grande importance au point de vue de l'apparition des hybrides de greffes. Cela permet de comprendre la raison des essais infructueux qui ont été faits pour les reproduire en quelques années seulement. D'ailleurs, en Biologie, les faits positifs ne peuvent être infirmés par des faits négatifs; quelque contraires qu'ils soient à une théorie, ils demandent une explication, et les nier n'est pas une solution.

PHYSIOLOGIE. — *Sur une anaéroxydase et une catalase du lait.* Note de MM. F. **Bordas** et **Touplain**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous avons exposé, dans une Note précédente sur les diastases du lait, que les réactions colorées généralement employées pour caractériser les principes oxydants qui existeraient dans le lait cru ne méritent pas toute la confiance que leur attribuent les nombreux auteurs qui se sont occupés de la question.

Nous avions établi, par des expériences faites sur des laits de vache, qu'il n'était nullement nécessaire de recourir à l'hypothèse de ferments spéciaux pour expliquer les réactions colorées basées sur la décomposition de l'eau oxygénée.

Dans une récente Note sur la présence, dans le lait, d'une anaéroxydase et d'une catalase, M. Sarthou, tout en reconnaissant, comme nous l'avions démontré, que la caséine, ou plus vraisemblablement le caséinate de chaux, décomposait l'eau oxygénée (et non oxydait la paraphénylènediamine, comme nous le fait dire l'auteur de la Note), affirme qu'il existe dans le lait une anaéroxydase *soluble* dans le lactosérum et dans l'eau, et une catalase insoluble.

L'expérience de M. Sarthou consiste à laisser cailler spontanément du lait de vache cru à l'étuve à 30° puis à filtrer sur du papier le coagulum et à faire agir le gaïacol, la paraphénylènediamine sur le lactosérum. M. Sarthou a obtenu dans ces conditions expérimentales des réactions colorées avec les réactifs ci-dessus et il conclut à la présence d'une anaéroxydase dans le lait, anaéroxydase qui serait *soluble* puisqu'elle passe dans le lactosérum.

Cette expérience est loin d'être décisive, attendu qu'on sait que dans ces conditions le lactosérum contient toujours de la caséine en suspension qui passe à travers un filtre aussi grossier que le papier à filtrer.

Si M. Sarthou avait filtré son lactosérum sur une bougie Chamberland par exemple, il aurait constaté comme nous que le lactosérum dans ces conditions ne donne plus la moindre trace de coloration avec le réactif de Storch. Nous avons répété ces expériences non seulement avec des laits entiers, mais encore avec des laits complètement écrémés; nous avons en outre opéré sur des laits caillés spontanément et aussi sur des laits coagulés artificiellement à l'aide de l'acide lactique, etc.

Les résultats ont toujours été concordants.

Quand à la présence de la catalase signalée par M. Sarthou, nous n'avons trouvé dans le Mémoire de l'auteur aucune preuve permettant d'admettre son existence.

Nous concluons donc en disant :

1° Que les réactions colorées qui se produisent dans le lait cru sous l'influence de la décomposition de l'eau oxygénée sont dues à la caséine (caséinate de chaux);

2° Qu'il n'est pas démontré qu'il existe une anaéroxydase soluble et une catalase insoluble dans le lait de vache.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Études sur le cancer des Souris. Relations entre la greffe de tumeur, la gestation et la lactation.* Note de MM. **L. Cuénot** et **L. Mercier**, présentée par M. Dastre.

Lorsqu'on greffe sur Souris des fragments de tumeur B, en vue d'établir des pourcentages de prise, il est recommandé d'opérer seulement sur des mâles, afin d'éviter l'erreur résultant de la présence de femelles pleines, celles-ci, en effet, étant remarquablement réfractaires à la greffe (Bridré, Borrel).

Nous avons cherché à établir le déterminisme exact de cette immunité relative des Souris femelles.

Une première série d'observations (I et II) nous permet de formuler les aphorismes suivants :

1° Une greffe mise en place avant la fécondation d'une femelle porte-greffe se développe pendant la gestation ;

2° La greffe développée dans les conditions ci-dessus régresse pendant la lactation.

Observation I. — Souris femelle inoculée le 14 février. Cette Souris est accouplée le 28 février; le 18 mars elle est dans un état de gestation avancé, et présente une tumeur du volume d'une grosse noisette. Ponte le 21 mars de deux petits. (On sait que le port et l'allaitement ont chacun une durée de 21 jours.)

Le 5 avril la tumeur est en pleine régression, son volume est celui d'un gros pois; la régression marche régulièrement et le 26 avril il n'y a plus trace de tumeur.

Observation II. — Souris femelle inoculée le 30 avril. Cette Souris est accouplée le 28 mai. Le 7 juin la tumeur commence à pousser, le 18 elle atteint le volume d'une noisette. Ponte de quatre petits le 18 juin.

Le 9 juillet la tumeur est manifestement en régression, sa disparition est complète le 24 juillet.

On ne peut, dans ces observations, regarder la régression comme banale

et indéterminée, car on sait que les cas de régression spontanée de tumeur B sont excessivement rares.

Comment la lactation agit-elle? Les observations III et IV montrent que c'est par un phénomène très simple de compensation nutritive résultant de la concurrence vasculaire des glandes mammaires.

En effet, quand la portée ne comprend qu'un petit, et que l'activité de la glande mammaire est par conséquent réduite au minimum, la tumeur ne régresse pas. De plus, la tumeur continue également à croître, même lorsqu'il y a plusieurs petits, quand elle a une situation telle que sa vascularisation est tout à fait indépendante de celle de la glande mammaire.

Observation III. — Souris femelle qui présente le 14 juin une tumeur du volume d'une petite noix.

Ponte le 18 juin : un petit. Le 7 juillet la Souris meurt avec une énorme tumeur.

Observation IV. — Souris femelle porteuse le 7 septembre d'une tumeur de la taille d'une lentille située sur la cuisse gauche. Ponte de trois petits le 7 septembre. Le 24 du même mois, la tumeur a atteint le volume d'une petite noix.

Les deux observations suivantes (V et VI) sont des corollaires des faits que nous venons d'établir. Elles ont trait à des greffes à poussée lente, restées à l'état latent pendant la grossesse, qui se réveillent et commencent à poussée seulement lorsque la période de lactation est terminée.

Observation V. — Souris femelle inoculée pond le 3 septembre; on ne sent pas trace de tumeur à la palpation. Le 25 septembre, l'allaitement étant terminé, on commence à sentir nettement la tumeur, qui le 21 octobre a atteint le volume d'une noix.

Observation VI. — Souris femelle inoculée pond le 13 juillet; ce jour elle ne présente pas trace de poussée. La lactation cesse au début du mois d'août. Le 8 août on constate la présence d'une tumeur qui atteint la taille d'une noisette le 14 août.

Nous avons recherché dans trois cas si des Souris ayant résorbé leur tumeur à la suite de la lactation sont réfractaires à une nouvelle inoculation. Ces trois Souris n'ont pas pris la greffe; malheureusement, ces observations sont trop peu nombreuses pour permettre de dire que la résorption confère l'immunité. En tout cas, les petits nés d'une mère dont la tumeur a régressé au cours de la lactation ne sont pas immuns; c'est ainsi que sur les quatre petits nés de la femelle, objet de l'observation II, deux se sont montrés sensibles à la greffe.



MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *La transmission de la paralysie infantile au chimpanzé.* Note de MM. C. Levaditi et K. Landsteiner, présentée par M. E. Roux.

Landsteiner et Popper [1] ont prouvé les premiers, que la poliomyélite infectieuse de l'homme (paralysie infantile, maladie de *Heine-Medin*) est transmissible aux singes cathariniens inférieurs. Ils ont inoculé dans le péritoine d'un *Cynocephalus hamadrias* et d'un *Macacus rhesus* une émulsion de moelle épinière provenant d'un enfant âgé de 9 ans, ayant succombé à la suite d'une poliomyélite typique. Après une incubation de 6 et de 17 jours, les deux singes montrèrent une paralysie localisée surtout aux membres postérieurs. La nécropsie révéla des lésions inflammatoires et dégénératives intéressant la substance grise de la moelle et du cerveau. Les tentatives de passages restaient infructueuses. Ces données ont été confirmées par Knœpfelmacher [2] et par Flexner; ce dernier réussit à transmettre la maladie en série chez plusieurs singes. Enfin, Krause et Meinike [3] affirment avoir provoqué des paralysies chez le lapin à la suite d'inoculations de suc de rate, de cerveau et de liquide céphalo-rachidien provenant de sujets atteints de poliomyélite infectieuse.

Nous avons réussi à engendrer la poliomyélite typique chez un chimpanzé en lui inoculant dans le péritoine une émulsion de moelle épinière prélevée chez un enfant atteint de paralysie infantile, dont voici l'observation :

Observation. — L'enfant, âgé de 13 mois, entre à l'hôpital le 5 novembre. Depuis 3 jours il montre une faiblesse des muscles de la nuque, tousse et est enroué. A l'examen on constate une respiration difficile, une paralysie des muscles du larynx et de la nuque, et une disparition du réflexe abdominal; les réflexes rotuliens sont conservés. Le 6 novembre, dyspnée inspiratoire, disparition des réflexes rotuliens et faiblesse dans les mouvements des membres inférieurs. L'enfant succombe le 6 novembre et la nécropsie, pratiquée quelques heures après la mort, permet de constater des lésions typiques de poliomyélite.

Des fragments de moelle dorsale et lombaire ont été placés à Vienne dans un mélange d'une partie de glycérine et de deux parties d'eau salée isotonique et envoyés à Paris le 8 novembre. Arrivés à l'Institut Pasteur, le 10 novembre (4 jours après la mort), bien conservés et stériles, ils ont été triturés dans 20^{cm^3} d'eau salée et l'émulsion a été injectée, à la dose de 5^{cm^3}, dans le péritoine d'un chimpanzé femelle.

---

(1) Landsteiner et Popper, *Zeitschr. für Immunitätsforschung*, t. I, 1909, p. 377.

(2) Knœpfelmacher, *Medizin. Klinik*, n° 44, 1909, p. 1671.

(3) Krause et Meinike, *Deutsche med. Woch.*, n° 42, 1909, p. 18e5.

L'animal ne présenta aucun trouble apparent jusqu'au 16 novembre. On constate alors un léger abattement, mais pas de phénomènes paralytiques bien nets. Le 17, on le trouve couché, la tête penchée, la bouche ouverte; incapable de se déplacer, il fait des efforts inutiles pour se relever. A l'examen, on trouve une paralysie complète du pied droit et presque complète de la jambe gauche, avec abolition de la sensibilité. Les muscles abdominaux sont flasques, ceux de la nuque et du maxillaire inférieur nettement parésiés. L'animal meurt dans la nuit et la nécropsie est pratiquée le 18 novembre.

Nécropsie. — Pas de lésions apparentes des organes, sauf une dégénérescence du rein. La substance grise de la moelle, dans toute son étendue, est plus molle et nettement hyperhémiée; on note une hyperhémie manifeste des méninges cérébrales. Le liquide céphalo-rachidien, retiré par ponction de la dure-mère au niveau du bulbe, est trouble; il contient de nombreux lymphocytes.

Examen microscopique. — Les lésions intéressent surtout la substance grise. Les vaisseaux sont entourés de plusieurs couches de cellules mononucléaires lymphocytes et gros macrophages. Au niveau des cornes antérieures on constate des nodules inflammatoires riches en globules blancs polynucléaires, en partie détruits. Dans la région lombaire il y a disparition presque complète des cellules nerveuses; réduites à l'état de vestiges, ces cellules sont fragmentées et dissociées par des leucocytes mous et polynucléaires. Les phénomènes de *neuronophagie* sont des plus nets. En outre, on constate une infiltration des méninges séreuses par des lymphocytes mononucléaires et aussi des traînées inflammatoires périvasculaires le long des vaisseaux de la substance blanche. Ces lésions, qui occupent toute l'étendue de la moelle, sont plus accentuées dans les régions lombaire et cervicale. Elles sont moins prononcées dans l'écorce cérébrale. On ne révèle pas la présence de corpuscules de Negris dans la corne d'Amon.

Passages. — Avec une émulsion de moelle de notre chimpanzé, nous avons inoculé dans le cerveau et le péritoine deux *Mac. cynomolgus*. Les deux animaux se paralysèrent après une incubation de *cinq jours*. L'examen microscopique de la moelle lombaire nous a montré des lésions typiques de poliomyélite.

Conclusions. — *La paralysie infantile est transmissible au chimpanzé, la maladie apparaissant après une incubation de six à sept jours. Le virus paraît être assez résistant, puisque, dans notre cas, il a conservé son activité quatre jours. Il est également possible de transmettre la poliomyélite en série aux*

singes inférieurs. L'agent pathogène semble se localiser de préférence dans les cellules nerveuses, dont il provoque la destruction; ces cellules, une fois dégénérées, deviennent la proie des phagocytes, qui achèvent leur anéantissement. Il y a une analogie frappante entre les lésions de la poliomyélite expérimentale et celle de la rage des rues.

ZOOLOGIE. — *Sur un Poisson parasite nouveau du genre* Vandellia. Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les *Vandellia* sont de petits Siluridés de l'Amérique du Sud, extrêmement rares dans les collections et fort mal connus. Leurs mœurs sont des plus curieuses, ils paraissent vivre habituellement, suivant les uns, en commensaux; suivant les autres, en parasites, sur les branchies d'autres grands Poissons également de la même famille, appartenant au genre *Platystoma;* c'est ce qui les a fait placer par A. Günther dans une division spéciale, celle des Siluridés bianchicoles. D'après les dires des Indiens et des observations, qui semblent mériter certaine créance, faites au Brésil par des médecins américains et rapportées notamment par G. A. Boulenger ([1]) et C. Jobert ([2]), ces Poissons s'attaqueraient même à l'homme; ils pourraient pénétrer dans l'urèthre des baigneurs où ils amèneraient des désordres graves, généralement suivis de mort.

On n'a distingué jusqu'ici que deux espèces de *Vandellia* dont les types, d'ailleurs en assez mauvais état, à cause de leur ancienneté, se trouvent au Muséum d'Histoire naturelle de Paris : la *Vandellia cirrhosa* Cuvier et Valenciennes, décrit en 1846, d'après des exemplaires envoyés par Vandelli, professeur de Lisbonne, à Lacépède en 1808, et la *Vandellia Plazai* Castelnau, recueilli par ce voyageur en 1846 dans le Rio Ucayale au Pérou et décrit par lui en 1855.

Un très beau spécimen capturé en 1881 par M. Ch. Wiener dans le Rio Napo (Équateur) me paraît devoir constituer le type d'une troisième espèce qui portera le nom de *Vandellia Wieneri*. En outre, son bon état de conservation et ses dimensions considérables pour le genre (92^{mm} de longueur), m'ont permis de faire certaines remarques anatomiques qui paraissent établir un parasitisme très avancé chez ce curieux Poisson :

([1]) *Pr. Zool. Soc.*, London, 1897, p. 901.
([2]) *Arch. Parasitologie*, 1898, p. 493.

La bouche est petite, infère, aplatie. La mâchoire supérieure est très proéminente ; en avant se trouve une demi-couronne composée de neuf dents aiguës, en forme de crochets, à pointe dirigée vers l'intérieur ; ces dents sont normalement couchées, mais susceptibles d'un certain degré d'érection ; les médianes sont beaucoup plus longues que les latérales. En arrière des dents la cavité buccale antérieure est tapissée de nombreuses papilles, puis limitée en haut par un repli assez prononcé. Sur les côtés, les lèvres sont assez épaisses. La mâchoire inférieure fortement échancrée en son milieu est complètement dépourvue de dents; en arrière s'élève un vaste voile membraneux, percé en son centre d'une petite ouverture qui ne paraît pas accidentelle; ce voile, en se rapprochant du repli supérieur, ferme ainsi toute la partie antérieure de la cavité buccale; à l'état de repos il se rabat postérieurement. De chaque côté en arrière du dessus de la tête existe un groupe d'une quinzaine d'épines operculaires, placées sur quatre rangées; ces épines, très acérées et ressemblant tout à fait aux dents, ont la pointe dirigée en haut et en arrière. Au-dessous de la tête se trouve aussi, de chaque côté, un autre groupe d'épines interoperculaires, au nombre de sept ou huit, sur deux rangs. L'intestin est simple, sans circonvolutions.

L'ensemble de ces divers appareils indique une grande spécialisation : les dents et les épines operculaires et interoperculaires permettent la fixation sur un hôte et l'érosion des téguments; la disposition de la cavité buccale semble destinée à faciliter l'ingurgitation des liquides sanguins épanchés des plaies ainsi obtenues.

Au point de vue taxinomique voici en outre, en complétant ou en rectifiant les diagnoses des types des formes déjà connues, les caractères différentiels des trois espèces que je crois devoir admettre dans le genre *Vandellia* :

Hauteur du corps, 7 fois dans la longueur (sans la caudale). Barbillon faisant le $\frac{1}{3}$ de la longueur de la tête. Pectorales plus courtes que la tête. Caudale fourchue, à lobes pointus.. *Vandellia Wieneri* nov. sp.

Hauteur du corps 9 fois dans la longueur (sans la caudale). Barbillon faisant la moitié de la longueur de la tête. Pectorales plus longues que la tête. Caudale très légèrement échancrée, à lobes arrondis, égaux.......... *Vandellia cirrhosa* C. V.

Hauteur du corps 12 fois dans la longueur (sans la caudale). Barbillon faisant moins de la moitié de la longueur de la tête. Pectorales aussi longues que la tête. Caudale échancrée, à lobes pointus. .... *Vandellia Plazai* Castelnau.

ZOOLOGIE. — *Dispersion de quelques espèces appartenant à la faune marine des côtes de Mauritanie.* Note de M. A. **Gruvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

Si les côtes mauritaniennes ne semblent pas posséder une faune marine spéciale bien considérable, elles constituent, en revanche, comme un vaste

réceptacle où viennent se rencontrer des espèces des mers les plus éloignées, et dont, seules, l'étude des courants et contre-courants qui se remarquent dans ces régions et celle des larves pélagiques de ces espèces peuvent expliquer la présence dans une zone, en réalité, assez limitée.

On trouve en effet, dans tous les groupes zoologiques, des représentants, souvent nombreux, d'espèces appartenant plus spécialement, les unes à la faune de l'Atlantique Nord, d'autres à celle de la Méditerranée, d'autres encore à celle du Golfe de Guinée et d'autres, enfin, à la côte orientale de l'Amérique du Sud plus particulièrement.

La présence d'animaux de grande taille et doués d'une puissance de natation considérable, comme les Poissons, se comprend aisément; mais il semble plus difficile d'expliquer la présence, en certains points de la côte, d'animaux tels que les Mollusques et les Échinodermes par exemple dont l'habitat normal se trouve à des distances parfois très considérables.

Il faut, en effet, que non seulement les larves pélagiques de ces espèces soient transportées par les courants et contre-courants, mais il faut aussi, et surtout, que les larves d'abord, les jeunes ensuite trouvent des conditions biologiques de température, de densités, etc., tout à fait favorables pour vivre d'abord et se multiplier ensuite.

Nous n'avons que l'embarras du choix pour citer les espèces, avec les Poissons, provenant de mers très lointaines.

Parmi les Poissons, les espèces méditerranéennes sont extrêmement nombreuses et, parmi les plus intéressantes au point de vue industriel, nous pouvons citer : la Sardinelle (*Clupea aurita* C. V.), l'Anchois (*Engraulis encrasicholus* L.), la Sole vulgaire (*Solea vulgaris* Quens.), le Germon *Thynnus alalonga* Gm., etc. etc. Le *Merlus* vulgaire (*Merlucius vulgaris*), qui n'avait jamais été signalé dans cette région, a été capturé en 1909 à la hauteur du cap Blanc, par des fonds de 80^m à 90^m.

D'autres genres, comme les *Synaptura* et les *Cynoglossus*, dont deux espèces sont très abondantes, appartiennent plutôt à la partie tropicale de l'Atlantique, etc., et enfin M. Pellegrin a signalé dans mes récoltes une espèce de genre *Platycephalus*, considéré jusque-là comme scientifiquement inconnu dans l'Atlantique.

Pour les Mollusques, environ 4 à 5 pour 100 des espèces recueillies sur la côte mauritanienne appartiennent à la faune normale de la côte orientale de l'Amérique du Sud.

Pour les Échinodermes, l'étude de nos collections a montré que, parmi quelques espèces spéciales à la région et décrites par MM. Kœhler et Vaney sous les noms de *Patiria rosea*, *P. pulla*, *Holothuria arguinensis*, etc., d'autres appartiennent à la faune orientale américaine, comme par exemple : *Asterina marginata* M. Tr. du Brésil, *Cidaris tribuloides* du Brésil, des Antilles et de la Floride, et surtout deux espèces : *Astropecten duplicatus* Gr. et *Luidia alternata* Say qui n'étaient connues jusqu'ici que des Antilles et des côtes du Mexique.

Nous pourrions multiplier ces exemples, dans d'autres groupes, mais nous pensons que ceux-là peuvent suffire.

Quant à la faune terrestre de la Mauritanie occidentale, nous pouvons dire, sans insister autrement, qu'elle est également formée, presque entièrement, d'espèces appartenant à des régions très éloignées, les unes circa-méditerranéennes, les autres sud-marocaines ou sud-algériennes; d'autres à la faune du Sénégal, de la Guinée, du Tchad, du Congo, etc., et même à la côte orientale d'Afrique.

GÉOLOGIE. — *Sur les plissements souterrains du Gault dans le bassin de Paris.* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. Michel Lévy.

Les études que j'ai entreprises pour le Service de la Carte géologique (revision de la feuille de Neufchâtel) m'ont amené à étudier le rôle de l'accident du Pays de Bray et de ses annexes dans le bassin de Paris. J'ai déjà montré ([1]) que l'un des plis secondaires, le synclinal de l'Yères, disparaissait entre la côte de la Manche, à Criel, où il affecte le Sénonien, et Foucarmont, où il affecterait, s'il existait, le Turonien. J'ai été ainsi amené à me demander si les différents étages de la craie étaient affectés de la même manière par les plissements, et j'ai alors cherché à me rendre compte de l'allure souterraine du Gault.

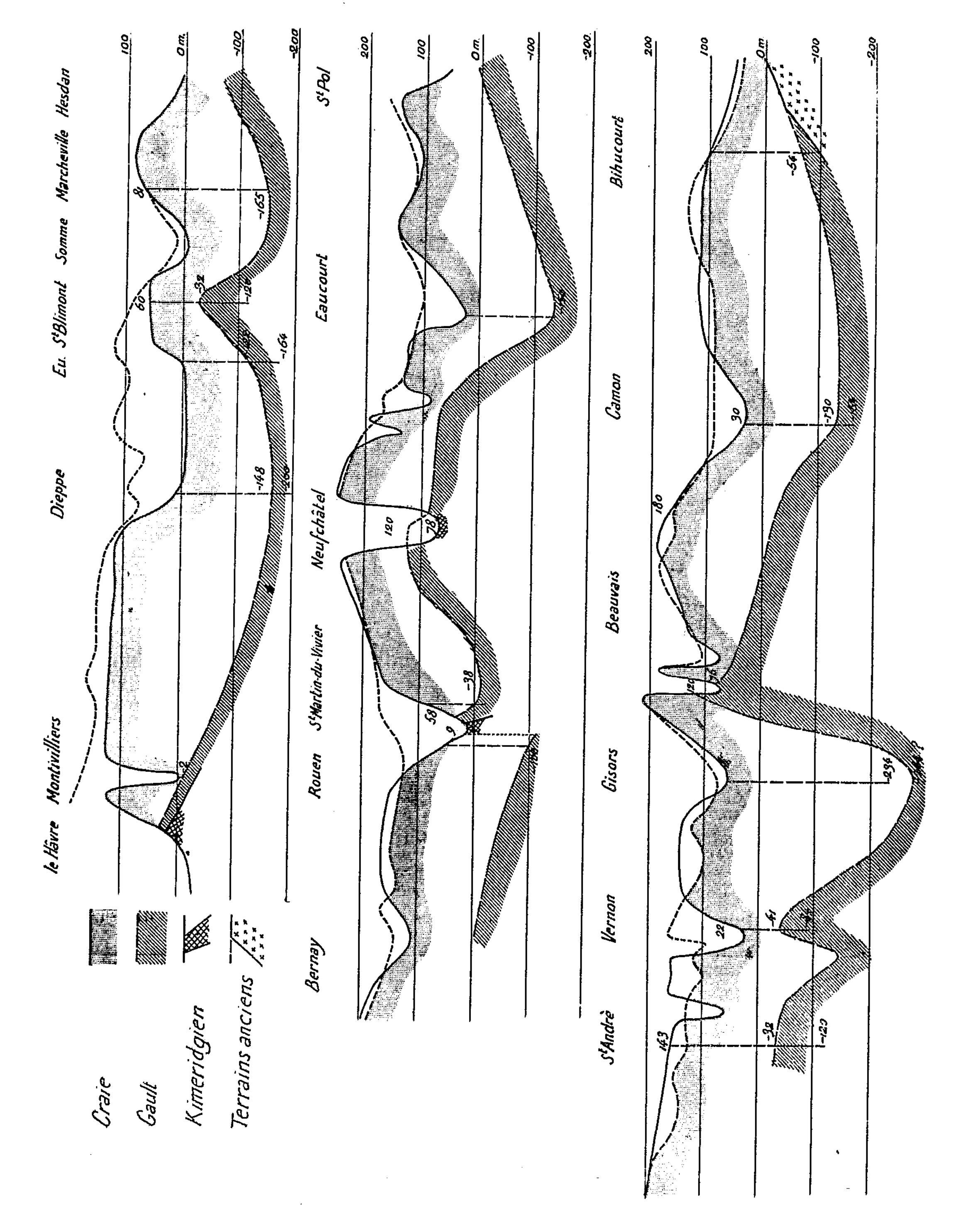
On sait que le Gault constitue avec les Sables verts l'étage albien du Crétacé; il emprisonne une nappe d'eau captive que vont rechercher les puits artésiens; ceux-ci sont devenus assez nombreux pour fournir des renseignements malheureusement très disséminés et incomplètement publiés que j'ai essayé de condenser. J'ai calculé l'altitude à laquelle ont rencontré le Gault les forages qui, à ma connaissance, l'ont atteint.

Réparties sur une carte et sur des profils ([2]) ces données montrent que les points où le Gault est le plus bas sont précisément ceux où les soigneuses études de M. Dollfus ([3])

([1]) Paul Lemoine, *Sur l'extension de la craie marneuse aux environs de Foucarmont* (*Comptes rendus,* 24 mai 1909).

([2]) Sur ces profils, l'échelle des hauteurs a été considérablement augmentée (env. 100 fois) de façon à mettre en évidence les plis de la craie. Je montrerai ultérieurement quelle est la valeur réelle de ces plis du bassin de Paris.

([3]) G.-F. Dollfus, *Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris* (*Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, t. II, 1890-1891, n° 14, juillet 1890, 69 pages, 1 carte hors texte à $\frac{1}{1000000}$).


Craie
Gault
Kimeridgien
Terrains anciens
le Hâvre
Montivilliers
Dieppe
Eu. St Blimont
Somme
Marcheville
Hesdan
Bernay
Rouen
St Martin-du-Vivier
Neufchâtel
Eaucourt
St Pol
St André
Vernon
Gisors
Beauvais
Camon
Bihucourt

sur la craie montraient l'existence des lignes synclinales les plus nettes. Le contraire eût d'ailleurs été surprenant.

Au premier coup d'œil jeté sur les profils, on constate que les plis affectant le Gault sont beaucoup plus accentués que ceux affectant la craie. Étant donnés le caractère des dépôts du Gault et l'importance des plis, il est impossible, pour expliquer ceux-ci, d'invoquer des différences de niveau dans le fond sous-marin à l'époque albienne (ces différences de niveau sont réelles, mais certainement pas de cet ordre).

La différence qui existe entre l'intensité des plis de l'Albien et du Sénonien implique donc des mouvements du sol produits entre l'Albien et le Sénonien. Or, comme on peut démontrer l'âge post-sénonien de ces plissements, on a ainsi une nouvelle confirmation de la notion de la continuité du plissement dans le bassin de Paris, due à Marcel Bertrand.

Cette même différence d'intensité implique des variations d'épaisseur des couches crétacées dans les divers points du bassin de Paris; l'épaisseur des dépôts est ainsi proportionnelle aux mouvements de descente des synclinaux. Mais il me paraît difficile de savoir lequel de ces phénomènes est la cause de l'autre. L'étude des dépôts crétacés confirme donc les conclusions auxquelles Munier-Chalmas était arrivé par l'analyse des dépôts bartoniens; il est intéressant de les voir s'appliquer pour des époques beaucoup plus longues et pour des sédiments beaucoup plus épais.

Enfin on remarquera, entre autres choses curieuses, la rapidité avec laquelle disparaît, à hauteur de Dieppe, le dôme anticlinal du Bray, si accentué sur les autres profils.

En dehors de ces considérations théoriques, on est amené à plusieurs conclusions pratiques.

A défaut de cartes représentant les courbes de niveau du Gault, qu'il est prématuré de construire, ces profils permettent d'avoir des données sur les chances qui existent, dans divers points du bassin de Paris, de trouver les eaux artésiennes et sur l'altitude à laquelle elles peuvent monter. C'est évidemment dans les synclinaux que ces chances sont maxima.

Par contre, les sondages de recherche du tréfonds du bassin devraient être placés sur les anticlinaux; là, en effet, non seulement le sondage commence dans des couches plus anciennes, mais l'épaisseur à traverser de chaque série de couches sera moindre que dans les synclinaux.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine de la plaine des Rocailles (Haute-Savoie)*. Note de M. **André Delebecque**, présentée par M. Michel Lévy.

La plaine des Rocailles, bien décrite par Alphonse Favre dans ses *Recherches géologiques en Savoie*, constitue une traînée de blocs erratiques urgoniens, en forme d'arc de cercle, partant de Saint-Pierre-de-Rumilly, exactement au débouché de la vallée du Borne dans celle de l'Arve, pour se terminer au hameau de Findrol, un peu au sud de Bonne-sur-Menoge. Sa longueur est d'environ 15^{km} et sa largeur atteint en certains points $3^{km},5$. Son altitude est sensiblement comprise entre les limites 420 et 550.

Les auteurs qui se sont occupés de cette intéressante formation, frappés de ce fait qu'elle s'amorce à la vallée du Borne, ont cru, en général, y reconnaître une moraine de l'ancien glacier de cette vallée. Mais cette opinion, tout au moins sous la forme simple où elle est ainsi présentée, ne me paraît pas soutenable pour les raisons suivantes :

1° Les matériaux de la plaine des Rocailles appartiennent presque exclusivement à l'étage urgonien, exceptionnellement peut-être à l'étage néocomien. Or, bien que ces deux étages soient prédominants dans la vallée du Borne, cependant d'autres étages, tels que le jurassique supérieur, le crétacé supérieur, le flysch, y sont représentés et l'on n'en trouve pas trace dans la plaine des Rocailles.

2° Ces matériaux sont constitués par des blocs de dimensions très variables, mais qui atteignent souvent des proportions très considérables. Un grand nombre d'entre eux ont plusieurs milliers de mètres cubes. On rencontre bien ailleurs des blocs glaciaires de dimensions analogues, mais ils sont isolés et existent, pour ainsi dire, à l'état sporadique. Nulle part ailleurs, les formations glaciaires ne présentent de pareilles masses accumulées sur un espace aussi restreint.

3° Si l'on examine les moraines authentiques de l'ancien glacier du Borne, soit dans la vallée même du Borne, soit au débouché de cette vallée dans celle de l'Arve, on constate facilement qu'elles ont des caractères tout différents des dépôts de la plaine des Rocailles.

Il serait assez tentant de supposer qu'il s'agit là d'une formation en place, démantelée, dans le genre de celles de Montpellier-le-Vieux ou du Bois-de-Paiolive, et noyée partiellement dans les dépôts glaciaires. Mais cette hypothèse, à laquelle se range la Carte géologique (feuille d'Annecy), en ce qui concerne l'énorme bloc du château de Pierre, près Findrol, doit être écartée. Car au débouché même de la vallée du Borne, près du hameau de Crédoz, une très belle coupe montre nettement les blocs urgoniens superposés à la moraine latérale de l'ancien glacier du Borne. La plaine des Rocailles est donc une formation erratique, reposant à son origine sur les dépôts glaciaires du Borne, et plus loin sur ceux du glacier de l'Arve.

Si l'on regarde un peu attentivement la plaine des Rocailles, on est amené à reconnaître qu'elle présente tous les caractères de gigantesques éboulis (matériaux de même nature, énormes quartiers de rocs anguleux, absence de stries glaciaires et de polissage). Mais la situation topographique de ces éboulis, au milieu d'une large vallée et à plusieurs kilomètres de versants montagneux, dont, manifestement, ils ne peuvent provenir, est tout à fait incompréhensible.

En réunissant toutes les observations exposées ci-dessus, on est conduit à admettre que les éboulis qui constituent la plaine des Rocailles proviennent des versants urgoniens de la vallée du Borne et qu'ils sont tombés pendant que celle-ci était occupée par un glacier. Ce dernier, relayé par le glacier de l'Arve, les a transportés jusqu'à une distance de 15^{km} de l'extrémité de la dite vallée et les a déposés sur d'autres formations glaciaires plus anciennes.

Le fait qu'ils ne sont ni polis, ni striés, alors que les blocs glaciaires se polissent et se strient très facilement, et qu'ils ont conservé leur forme anguleuse, montre bien d'ailleurs qu'ils ont été transportés à l'état de moraine superficielle.

Il serait intéressant de pouvoir retrouver dans la vallée du Borne l'origine des éboulis en question, mais, en raison de l'époque éloignée à laquelle ils se sont produits, toute trace en est vraisemblablement oblitérée. En tous cas, je n'ai pu en découvrir.

GÉOLOGIE. — *Rôle des dislocations les plus récentes (post-miocènes) lors du séisme du 11 juin 1909.* Note de M. **Répelin**, présentée par M. Michel Lévy.

Les nombreuses observations publiées et inédites (¹) sur le tremblement de terre des Bouches-du-Rhône (11 juin 1909) nous ont permis de faire quelques remarques intéressantes au sujet de la recherche de l'épicentre (ligne épicentrale ou région épicentrale). Elles font ressortir le rôle joué par les dislocations les plus récentes (post-miocènes). Lorsqu'on met en regard le tracé de ces failles et celui des directions d'ébranlement indiquées comme certaines dans le Rapport rédigé par M. le professeur Bourget et publié par le Bulletin de la Commission météorologique des Bouches-du-Rhône, on est immédiatement frappé de ce fait que les directions de la

(¹) Quelques-unes de ces observations seront consignées dans une Note en collaboration avec M. Laurent, qui paraîtra dans un autre Recueil.

secousse semblent partir en rayonnant d'une région comprise entre Venelles et Saint-Cannat; or cette région se trouve justement coupée par une faille postérieure au Miocène. L'existence de cette faille n'a pas été connue de M. Lemoine qui eût facilement trouvé là l'explication du diverticule un peu anormal que présente au sud de la Trevaresse la courbe sismique qu'il a cru pouvoir donner (¹).

Tout le monde a été frappé de ce fait que la zone de secousses violentes (types VII et VIII de Mercalli) s'est étendue davantage vers l'Ouest que vers l'Est à partir de la région la plus ébranlée. L'existence de la faille post-miocène qui s'étend entre Lambesc et Pélissanne (et non entre Lambesc et Rognes) et dont la direction rencontre Salon peut expliquer rationnellement ce fait.

Enfin chacun a remarqué que l'ébranlement paraît s'être propagé avec plus d'intensité dans certaines directions telles que la ligne Eguilles-Aix. Le triste privilège de ces localités s'explique encore par la présence d'une dislocation postérieure au Miocène supérieur qui, partant des environs d'Eguilles, s'étend vers le Sud-Est jusqu'à Aix et au delà.

De ces différentes remarques il résulte qu'en l'état actuel de nos connaissances, il est naturel de fixer comme emplacement de la région épicentrale la partie de la Trévaresse entre Venelles et Saint-Cannat qui est traversée par une faille post-miocène.

Le tremblement de terre de Provence peut donc bien, comme l'ont admis la plupart des géologues, être classé parmi les séismes à caractères tectoniques.

En ce qui concerne l'origine du mouvement, les observations (celles de M. Fabry en particulier) montrent qu'elle doit être cherchée en profondeur, et dès lors il est intéressant de remarquer que la région que nous considérons comme épicentrale correspond en profondeur à la rencontre des plis de La Fare et de Lambesc, d'une part, de Sainte-Victoire et de Concors, d'autre part. Ces plis sont absolument indépendants les uns des autres et leur ligne de jonction est par conséquent une zone de complication tectonique maxima, une zone faible prédestinée, soulignée par l'éruption de Beaulieu.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

(¹) *Bulletin de la Société philomathique de Paris*, 10e série, t. I.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 DÉCEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MODIFICATION AU RÈGLEMENT.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation d'un Décret augmentant le nombre des Associés étrangers de l'Académie des Sciences.

Il est donné lecture de ce Décret :

Décret *augmentant le nombre des Associés étrangers de l'Académie des Sciences.*

Le Président de la République française,

Sur le Rapport du Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts; vu la loi du 3 brumaire an IV; vu l'arrêté consulaire du 3 pluviôse an XI et l'ordonnance du 21 mars 1816; vu le règlement de l'Académie des Sciences; vu le procès-verbal de la séance tenue, le 15 novembre 1909, par ladite Académie,

Décrète :

Article premier. — Le nombre des Associés étrangers de l'Académie des Sciences de l'Institut de France est porté de huit à douze.

Art. 2. — Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 1er décembre 1909,

A. Fallières.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,

Gaston Doumergue.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'une souscription est ouverte dans le but d'élever un monument à Pierre-Simon Laplace, qui vit le jour à Beaumont-en-Auge, le 22 mars 1749 et y fut élève de l'École militaire.

Un Comité d'initiative s'est formé dans ce but à Beaumont-en-Auge et un autre à Paris, sous la présidence de M. H. Poincaré.

L'Académie s'associe à l'hommage qui va être rendu à Laplace.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes tracées sur les surfaces algébriques.* Note de M. **H. Poincaré**.

On sait que MM. Enriques, Castelnuovo et Severi ont récemment mis en évidence la relation qui existe entre le nombre des intégrales de différentielles totales de première espèce attachées à une surface algébrique et les systèmes continus non linéaires de courbes algébriques que l'on peut tracer sur cette surface, et que ce résultat a renouvelé diverses parties de la théorie des surfaces algébriques.

J'ai cherché à retrouver ce théorème par une autre voie, en me plaçant au point de vue transcendant, et j'ai été conduit ainsi à quelques conséquences dignes d'être signalées.

Considérons les sections planes de la surface $f=0$ qui est de degré n par les plans $y=$ const.; soit p le genre de ces sections planes que j'appellerai les courbes K. Soient

$$(1) \qquad u_1, \quad u_2, \quad \ldots, \quad u_p$$

p intégrales abéliennes de première espèce attachées à la courbe K; on aura

$$u_i = \int \frac{R_i\,dx}{f'_z},$$

où R_i est un polynome entier d'ordre $n-3$ en x et z, s'annulant aux points doubles de K. R_i dépend de y, ou, si l'on adopte les coordonnées homogènes x, y, z, t de y et de t, ce sera alors une fonction rationnelle homogène

d'ordre $n-2$ en x, y, z, t. Le choix des fonctions rationnelles R_i peut se faire d'une infinité de manières.

Nous dirons qu'une valeur de y ou de $\frac{y}{t}$ est *critique* de la première sorte pour u_i si, pour cette valeur, la forme bilinéaire classique formée avec les parties réelles et imaginaires des périodes s'annule. Dans ce cas R_i s'annule identiquement pour cette valeur de y. Il peut arriver exceptionnellement (par exemple s'il y a un point conique) que R_i s'annule identiquement sans que notre forme bilinéaire s'annule. On a alors une *valeur critique apparente* par opposition aux valeurs critiques effectives. Les valeurs critiques de la seconde sorte seront celles pour lesquelles R_i devient infini.

La condition pour qu'il existe des intégrales de différentielles totales de première espèce, c'est qu'on puisse choisir les fonctions R_i de telle façon qu'il y ait une ou plusieurs intégrales u_i dépourvues de valeurs critiques. Le nombre des intégrales de différentielles totales de première espèce se trouve ainsi rattaché à la différence entre le genre p des sections planes K et le nombre des surfaces d'ordre $n-3$ que l'on peut mener par la courbe double de la surface.

Considérons une courbe algébrique quelconque C tracée sur la surface et supposons que cette courbe algébrique rencontre les sections planes K en m points variables. Faisons la somme des valeurs de u_i pour ces m points, et soit v_i cette somme ; ce sera évidemment une fonction de y, de sorte que la courbe C se trouve caractérisée par p fonctions de y :

$$v_1, \quad v_2, \quad \ldots, \quad v_p.$$

L'étude analytique de ces fonctions permet d'abord de démontrer le théorème de MM. Enriques, Castelnuovo et Severi; elle conduit ensuite à une classification des courbes tracées sur une surface algébrique; on voit que toutes ces courbes peuvent se déduire par une construction simple d'un nombre fini de courbes que l'on peut appeler *courbes primitives*. Pour une surface du troisième ordre, par exemple, il y a six courbes primitives qui sont 6 des 27 droites. Suivant le nombre des valeurs critiques, on peut déterminer le nombre des courbes primitives ou seulement un maximum de ce nombre.

Pour l'étude des systèmes linéaires, il conviendrait d'adjoindre aux intégrales u_i un certain nombre d'intégrales de troisième espèce et de se servir des procédés analytiques employés par Clebsch et Gordan à propos de ce qu'ils appellent *das erweiterte Umkehrproblem*.

En présentant à l'Académie le *Traité d'hygiène de l'Enfance* du Dr Variot, après avoir fait l'éloge de cet Ouvrage et de l'Institution des *Gouttes de lait*, des *Consultations de nourrissons* et des *Mutualités maternelles*, toutes nées dans notre pays, M. A. **Gautier** ajoute :

J'attirerai l'attention sur un résultat inattendu. Une pratique, fondée sur plusieurs milliers d'observations de jeunes enfants, a conduit M. Variot à affirmer que le surchauffage du lait à 108°-110°, destiné à le stériliser, est un grand progrès pour sa digestibilité et son assimilation par l'intestin du nourrisson. Le lait de vache ainsi préparé, soumis à l'action de la caséase ou lab-ferment, donne des caillots mous, difluents, comparables, pour leur état physique et leur digestibilité, à ceux du lait de femme. Quoique son usage très longtemps prolongé présente certains désavantages (constipation, bouffissure), le lait de vache ainsi stérilisé est généralement plus favorable à l'élevage que le lait cru correspondant, si difficile à obtenir stérile sans chauffage ou soumis à des agents chimiques. Cette remarque importante est conforme aux observations de Weber, Wassilief, Triboulet, Lassablière, etc. Elle montre que le nourrisson est le meilleur réactif de la valeur nutritive du lait, et qu'il aura toujours à cet égard raison sur le théoricien, l'industriel ou le chimiste. Il est certain que le lait stérilisé à 108° sauve aujourd'hui une multitude d'enfants privés malheureusement du lait de leur mère.

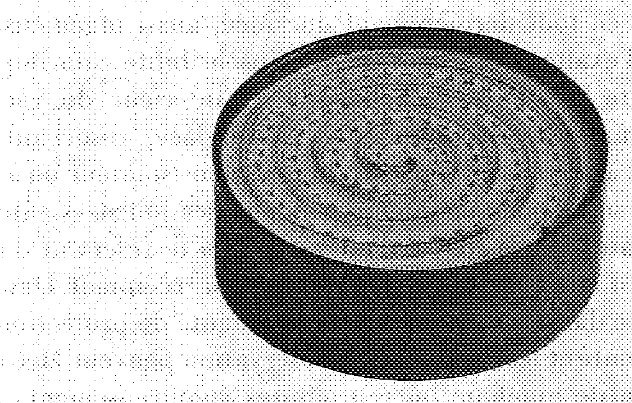
Puisque la natalité s'abaisse de jour en jour dans notre pays, le bel Ouvrage que je présente aujourd'hui à l'Académie, et qui résume plus de 20 ans d'observation et de pratique, vient bien à son heure.

M. J. **Carpentier** présente à l'Académie plusieurs modèles d'un *baromètre isotherme du marquis de Montrichard.*

Qu'on prenne un flacon rempli d'air; qu'on le ferme par un bouchon au travers duquel passe un tube de verre, de petit diamètre, ouvert à ses deux extrémités; qu'on introduise dans ce tube un index formé d'une courte colonne de liquide coloré, séparant de l'atmosphère la masse d'air contenue dans le flacon, et l'on aura constitué un baromètre, dans lequel on verra les variations de la pression atmosphérique, contractant et dilatant la masse d'air isolée, se traduire par des mouvements de l'index dans le tube. Mais ce baromètre, non insensible aux variations de la température, ne donnera d'indications exclusivement relatives à la pression atmosphé-

rique, que si la masse d'air active y est complètement soustraite à toute communication calorifique avec l'extérieur.

Pour réaliser cette dernière condition, M. de Montrichard a eu l'idée de recourir aux récipients thermo-isolateurs imaginés, il y a plus de 20 ans, par le Dr d'Arsonval et perfectionnés depuis par le physicien anglais Dewar, récipients en verre à deux enveloppes, entre lesquelles est fait le vide et dont les surfaces en regard sont argentées.



Parmi les modèles apportés à la séance, trois, constitués comme il vient d'être dit, ont pour réservoirs de petits récipients Dewar et comportent chacun un tube vertical d'assez grande hauteur, muni d'une règle divisée.

Un quatrième modèle, dont le dispositif a été suggéré par M. Carpentier, se présente sous la forme compacte qu'affectent les baromètres anéroïdes que tout le monde connaît. Il est fait pour se poser horizontalement. Le boisseau cylindrique bas formant l'enveloppe est fermé en dessus par une vitre; au-dessous de cette vitre, un cadran blanchi sépare l'appareil en deux compartiments. Dans le compartiment inférieur, le réservoir thermo-isolateur est logé à plat. Sur le cadran de l'appareil, sous la protection de la vitre, repose un tube de verre, façonné en spirale, communiquant avec le réservoir d'air. Des divisions tracées sur le cadran le long du tube permettent de repérer la position qu'y occupe un index coloré et de faire les mesures.

Le baromètre à air est d'une sensibilité théoriquement illimitée, puisque celle-ci ne dépend que du rapport entre la capacité du réservoir d'air et le volume de l'unité de longueur du tube. En pratique, la viscosité du liquide constituant l'index, son frottement sur les parois du tube, l'influence de la capillarité, différente suivant que l'index chemine sur des parties déjà

mouillées ou non encore mouillées, sont autant de facteurs qui prennent d'autant plus d'importance que la sensibilité est poussée plus loin et qui interdisent l'exagération. Le modèle à spirale, présenté à la séance, accuse un déplacement de l'index d'environ 5^{mm} pour une différence de niveau de 1^{m}.

L'imperméabilité des récipients Dewar à la chaleur n'est pas absolue et le baromètre de M. de Montrichard, utilisé comme il a été dit, ne convient bien que pour des observations de durée modérée.

Mais l'inventeur a eu tout dernièrement une idée, aussi ingénieuse que simple, qui permet d'exalter à un haut degré l'insensibilité calorifique de son instrument. Cette idée consiste à déposer à l'intérieur du récipient Dewar quelques grammes de glace fondante. Cette glace, absorbant toute la chaleur qui réussit à traverser les parois du réservoir isolateur ou à pénétrer par le bouchon, suffit pour maintenir pendant des journées entières à zéro degré la température de la masse d'air active. Si le réservoir d'air du baromètre est formé d'une ampoule indépendante du récipient Dewar et simplement introduite dans sa cavité, la glace fondante de protection peut être renouvelée à volonté et les conditions d'observation peuvent être maintenues dans une identité indéfinie ou reproduites rigoureusement à des intervalles de temps quelconques.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces telles que les tangentes à une série de lignes de courbure touchent une quadrique.* Note de M. C. Guichard.

Soit S une surface cherchée; rapportons-la à ses lignes de courbure et supposons que, lorsque u varie seul, la tangente G de S touche la quadrique Q dont l'équation est

$$(1+p^2)x_1^2+(1+q^2)x_2^2+x_3^2=1.$$

Si l'on considère une congruence parallèle à (G), son premier réseau focal (M) sera un réseau O; le second (R) sera parallèle à un réseau de (Q). Si l'on connaissait un tel réseau R, on reviendrait facilement à la quadrique Q et à la surface S. Il suffit donc d'étudier ces réseaux (M). Je désignerai par x_1, x_2, x_3 les coordonnées de M; par y_1, y_2, y_3 celles de R; par z_1, z_2, z_3 celles du point A où la normale en M touche la développée de (M)

quand u varie seul; enfin par

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix}$$

le déterminant O de la surface (M) et par a, b, m, n les rotations de ce déterminant.

Cela posé, je rappelle que, si une droite H dont les paramètres directeurs sont X_1, X_2, X_3 décrit une congruence dont le second réseau focal est O, X_1, X_2, X_3 sont solutions d'une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 X}{\partial u \, \partial v} = \frac{1}{h} \frac{\partial h}{\partial v} \frac{\partial X}{\partial u} + \frac{1}{l} \frac{\partial l}{\partial v} \frac{\partial X}{\partial v} + RX,$$

et l'on a, en choisissant convenablement la variable v,

$$X_1^2 + X_2^2 + X_3^2 = l^2.$$

Par une homographie, on en déduit que, si le second réseau focal de la congruence (H) est parallèle à un réseau de la quadrique Q, on a

$$(1 + p^2) X_1^2 + (1 + q^2) X_2^2 + X_3^2 = l^2.$$

Appliquons ce résultat à la droite MR dont les cosinus directeurs β_1, β_2, β_3 satisfont à l'équation

$$\frac{\partial^2 \beta}{\partial u \, \partial v} = \frac{1}{n} \frac{\partial n}{\partial u} \frac{\partial \beta}{\partial v} + mn\beta;$$

on devra avoir

$$(1) \qquad (1 + p^2) \beta_1^2 + (1 + q^2) \beta_2^2 + \beta_3^2 = n^2.$$

C'est en somme l'équation du problème. Nous allons en déduire une propriété géométrique du réseau A. De l'équation (1) et de l'équation

$$(2) \qquad \beta_1^2 + \beta_2^2 + \beta_3^2 = 1,$$

on déduit, en supposant θ constant,

$$(1 + p^2 \cos^2\theta) \beta_1^2 + (1 + q^2 \cos^2\theta) \beta_2^2 + \beta_3^2 = n^2 \cos^2\theta + \sin^2\theta.$$

La congruence (MR) est donc 3C, les coordonnées complémentaires étant $p \cos\theta \beta_1$ et $q \cos\theta \beta_2$. Le réseau (A) qui correspond à la congruence (MR) par orthogonalité des éléments est aussi 3C. On peut encore dire que la droite M′R′, dont les paramètres directeurs X'_1, X'_2, X'_3 sont

$$X'_1 = \sqrt{1 + p^2 \cos^2\theta}\, \beta_1, \qquad X'_2 = \sqrt{1 + q^2 \cos^2\theta}\, \beta^2, \qquad X'_3 = \beta_3,$$

décrit une congruence C. La droite M′R′ correspond par orthogonalité des éléments à un réseau A′ dont les coordonnées Z'_1, Z'_2, Z'_3 sont

$$(3)\qquad Z'_1 = \frac{Z_1}{\sqrt{1+p^2\cos^2\theta}},\qquad Z'_2 = \frac{Z_2}{\sqrt{1+q^2\cos^2\theta}},\qquad Z'_3 = Z_3;$$

donc, *par les homographies* (3) *le réseau devient un réseau* C.

Considérons un réseau O, harmonique à une congruence M′R′; les réseaux (M′) et (R′) étant parallèles à des réseaux tracés sur une quadrique, on voit que ce réseau est associé à un réseau de l'espace à quatre dimensions; les deux réseaux associés ayant deux coordonnées proportionnelles. Si le ds^2 du premier réseau est de la forme

$$h^2\,du^2 + l^2\,dv^2,$$

celui d'un réseau associé est

$$h^2 U^2\,du^2 + l^2 V^2\,dv^2.$$

Ici les fonctions U et V se réduisent à des constantes distinctes; il en sera de même de tous les réseaux associés que nous rencontrerons dans cette Note. Formons les déterminants orthogonaux qui correspondent à ces réseaux; soient

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \\ \gamma_1 & \gamma_2 & \gamma_3 \end{vmatrix},\qquad \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 & \eta_4 \end{vmatrix}$$

ces déterminants; a, b, m, n les rotations du premier; $e\omega$, f; $g\omega$, k; ωm, $\frac{1}{\omega}n$ celles du second. On aura

$$(4)\qquad \begin{cases} \xi_1 = P\beta_1, & \eta_1 = \omega P\gamma_1, \\ \xi_2 = Q\beta_2, & \eta_2 = \omega Q\gamma_2. \end{cases}$$

On voit tout de suite que les points E et F, qui ont pour coordonnées

$$(E)\qquad \frac{\beta_1}{\xi_3+i\xi_4},\quad \frac{\beta_2}{\xi_3+i\xi_4},\quad \frac{\beta_3}{\xi_3+i\xi_4},$$

$$(F)\qquad \omega\frac{\gamma_1}{\eta_3+i\eta_4},\quad \omega\frac{\gamma_2}{\eta_3+i\eta_4},\quad \omega\frac{\gamma_3}{\eta_3+i\eta_4},$$

sont les foyers d'une congruence; les réseaux E et F sont parallèles à des réseaux d'une quadrique; par une homographie, on ramène la congruence EF à une congruence telle que la congruence MR.

D'après la théorie générale on pourra former une série de déterminants d'ordre *cinq* :

$$\begin{vmatrix} x'_1 & x'_2 & \dots & x'_5 \\ y'_1 & y'_2 & \dots & y'_5 \\ z'_1 & z'_2 & \dots & z'_5 \\ \xi'_1 & \xi'_2 & \dots & \xi'_5 \\ \eta'_1 & \eta'_2 & \dots & \eta'_5 \end{vmatrix}$$

ayant pour rotations

$$\frac{\sqrt{\omega}\sin\theta e}{\sqrt{\omega^2\cos^2\theta+\sin^2\theta}}, \quad \frac{\sqrt{\omega}\sin\theta g}{\sqrt{\omega^2\cos^2\theta+\sin^2\theta}}, \quad \frac{\omega\cos\theta a}{\sqrt{\omega^2\cos^2\theta+\sin^2\theta}}, \quad \frac{\omega m}{\sqrt{\omega^2\cos^2\theta+\sin^2\theta}},$$

$$\frac{1}{\sqrt{\omega}}\sin\theta f, \quad \frac{1}{\sqrt{\omega}}\sin\theta k, \quad b\cos\theta, \quad \frac{\sqrt{\omega^2\cos^2\theta+\sin^2\theta}}{\omega}n.$$

On peut former facilement les deux premières colonnes de ce déterminant; en particulier on a

$$\xi'_1 = P_1\beta_1, \qquad \xi'_2 = Q_1\beta_2,$$

P_1 et Q_1 étant des constantes qui dépendent de θ.

Transformations du problème. — I. Si l'on applique la transformation par inversion (*Déformation des quadriques*, § 18) en prenant pour q soit une combinaison isotrope de ξ_3 et ξ_4, soit une combinaison isotrope de ξ'_3, ξ'_4 et ξ'_5, on obtient des systèmes ayant les mêmes propriétés que ceux pris comme point de départ.

II. Posons

$$X_1 = x_1 + iy_1, \qquad X_2 = x_2 + iy_2, \qquad X_3 = x_3 + iy_3, \qquad X_4 = x_4 + iy_4,$$
$$Y_k = x'_k + iy'_k,$$

et déterminons Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 par les équations

$$\frac{\partial Z_i}{\partial u} = (e+ig)\beta_i, \qquad Z_4 + iZ_5 = Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2,$$
$$\frac{\partial Z_i}{\partial v} = (f+ik)\gamma_i, \qquad Z_4 - iZ_5 = -1.$$

On pourra appliquer la deuxième transformation (*Déformation des quadriques*, § 20) en prenant pour θ une combinaison isotrope de Y_3, Y_4, Y_5 ou de Z_3, Z_4, Z_5.

Remarque. — Posons $\chi = X_3 + iX_4$; le point qui a pour coordonnées $\frac{Y_k}{\chi}$ décrit un réseau associé au réseau plan $\frac{X_1}{\chi}$, $\frac{X_2}{\chi}$; comme Y_1 et Y_2 ne diffèrent

que par un facteur constant de X_1 et X_2, on a des équations de la forme

$$dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2 + dy_4^2 + dy_5^2 = h^2 du^2 + l^2 dv^2,$$
$$p^2 dy_1^2 + q^2 dy_2^2 = h^2 \lambda^2 du^2 + l^2 \mu^2 dv^2;$$

on en déduit

$$dy_2^2\left(1 - \frac{q^2}{p^2}\right) + dy_3^2 + dy_4^2 + dy_5^2 = h^2\left(1 - \frac{\lambda^2}{p^2}\right) du^2 + l^2\left(1 - \frac{\mu^2}{p^2}\right) dv^2,$$
$$dy_1^2\left(1 - \frac{p^2}{q^2}\right) + dy_3^2 + dy_4^2 + dy_5^2 = h^2\left(1 - \frac{\lambda^2}{q^2}\right) du^2 + l^2\left(1 - \frac{\mu^2}{q^2}\right) dv^2.$$

Le réseau y_3, y_4, y_5 est 2O de deux manières; donc *le problème posé se ramène à la recherche des surfaces à courbure totale constante.*

M. **H. Rosenbusch** fait hommage à l'Académie de la troisième édition de ses *Elemente der Gesteinlehre.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Japanese Shipping, ancient and modern;* Mercantile marine Bureau, Department of Communications. Hommage du vice-amiral baron M. Saito, Ministre de la Marine japonaise. (Présenté par M. Bertin.)

2° *Étude monographique des Tabanides d'Afrique* (groupe des *Tabanus*), par J.-M.-R. Surcouf, avec le concours de Miss G. Ricardo. (Présenté par M. Bouvier.)

3° *Traité d'Hygiène infantile*, par le Dr G. Variot. [Présenté par M. A. Gautier, pour le Concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) de 1910.]

4° Une série de Mémoires de M. G.-D. Hinrichs, relatifs principalement à la *Détermination des poids atomiques.* (Présenté par M. G. Lemoine.)

5° *Rapport sur les travaux exécutés en* 1908 *par le* Service géographique de l'Armée.

6° Plusieurs brochures relatives à des *Recherches expérimentales sur les liants hydrauliques*, par M. Wilhelm Michaëlis.

MM. G. Bagnera, Biette, Bouttiaux, Louis Breguet, Léon Delagrange, J.-H. Fabre, L. Launay, Lebeuf, E. Pozerski adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la perturbation magnétique du 25 septembre* 1909. Note de M. **D. Cirera**, présentée par M. Deslandres.

Comme cette perturbation exceptionnelle a été tout de suite communiquée à l'Académie et minutieusement décrite, je veux seulement signaler deux observations faites à l'Observatoire de l'Èbre, qui sont intéressantes, à mon avis, pour l'explication du rapport entre l'activité solaire, le magnétisme terrestre, les courants telluriques et les aurores.

D'abord on a observé un *changement* de formes et *une augmentation remarquables* de la grande tache solaire, qui passa par le méridien central le 23. Elle mesurait 587 millionièmes d'hémisphère le 25 à $9^h\,48^m$ et, le 26, elle avait 825 millionièmes à $14^h 14^m$. Le 25 on remarque un commencement de segmentation, qui se complète le 26 : ce jour le contour du noyau et de la pénombre est plus irrégulier, et dans la partie occidentale apparaît un golfe profond envahi par la photosphère. Il est presque fermé par un segment circulaire de pénombre (¹). Il y a donc lieu d'admettre un surcroît extraordinaire d'activité solaire ; et comme la tache à cette date était dans une zone voisine du centre du disque, nous avions les conditions signalées par le P. Balcells et moi (²), dans lesquelles se produit souvent une perturbation magnétique.

En effet, la plupart des perturbations étudiées à l'Observatoire ont eu lieu aux passages de taches par le méridien central du Soleil ; un assez grand nombre a coïncidé avec l'apparition des taches au bord oriental ; mais quelques-unes ont coïncidé avec un accroissement de l'activité solaire, comme dans le cas qui nous occupe. Cette observation ne s'accorde guère avec la vitesse de 1^{km} environ par seconde que quelques-uns signalent pour la propagation de l'influence solaire sur le magnétisme terrestre.

L'autre fait notable est la *rapidité des oscillations* des courants telluriques

(¹) A cette époque quelques pièces du célostat Grubb étaient chez le constructeur pour l'addition d'un régulateur électrique ; cette circonstance nous a privés de la photographie de la chromosphère.

(²) *Comptes rendus*, 18 novembre 1907.

enregistrées par nos appareils. Ainsi, dans 1 heure (14^h à 15^h), j'ai pu compter 40 oscillations simples de 10^{mm} d'amplitude en moyenne, qui correspondent à 16 millivolts par kilomètre; et, en examinant la trace d'une quelconque de ces oscillations, on remarque facilement plusieurs points fortement marqués et des traces très faibles, ce qui représente sans doute des variations de courte période dans les courants telluriques. De la sorte on peut apprécier dans 1 heure quelques centaines de fluctuations dans les courants telluriques. Si l'on examine les courbes magnétiques, on n'y voit pas un nombre aussi grand d'oscillations. Une déduction naturelle de cette remarque serait que, les oscillations de va-et-vient des courants telluriques ayant été très rapides pendant cette tempête, les appareils magnétiques ne pouvaient les enregistrer, celles d'assez longue période étant exceptées; d'où la conclusion qu'on ne peut pas, il nous semble, faire des objections à l'existence du rapport entre le phénomène des aurores et du magnétisme terrestre, parce que les courbes magnétiques n'offrent pas les fluctuations si rapides des rayons lumineux des aurores.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations de Mars, faites à l'Observatoire Fabra (Barcelone) pendant l'opposition de* 1909. Note de M. J. **Comas Sola**, présentée par M. Bigourdan.

Cette opposition de Mars a été favorisée ici par un temps splendide, surtout pendant le mois d'octobre. Mes observations ont commencé en juin, mais les résultats de détail ou d'étude sur la topographie de Mars ont été obtenus surtout en octobre; pendant ce mois, j'ai pu profiter de bon nombre de nuits splendides par rapport à la tranquillité des images. J'ai fait usage de l'équatorial double Mailhat, de $0^m,38$ d'ouverture, presque toujours avec un grossissement de 450 fois et, dans les meilleurs moments, de 550, qui a donné aussi des images tout à fait parfaites. J'ai pu suivre sans difficulté le satellite Deimos et, avec un peu plus d'attention, Phobos.

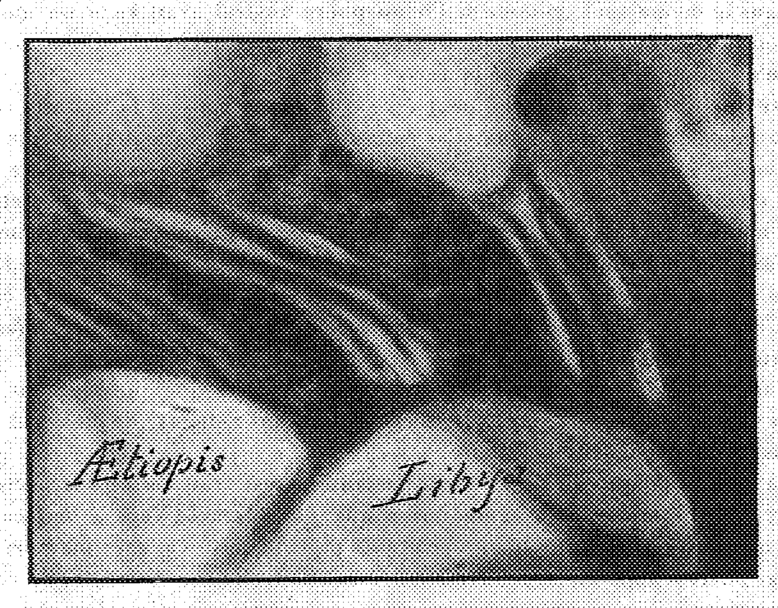
Mes conclusions, jusqu'à présent, peuvent se résumer ainsi :

1° Les grandes lignes topographiques de Mars restent constamment les mêmes (j'ai observé Mars dans toutes les oppositions depuis 1890 inclus). Cette conclusion n'est pas applicable aux petits détails, par suite, sans aucun doute, des nuages qui, dans la planète Mars, seraient quelquefois petits et très opaques, et peut-être aussi de la végétation. Quant aux grands contours, je le répète, ce que je voyais autrefois est exactement ce que je vois aujourd'hui.

2° La tonalité des *mers* et, en général, des régions sombres est très changeante; par contre, les régions claires sont sensiblement invariables. Ceci démontrerait que les nuages ont la même couleur, ou à peu près, que les *terres*, ou bien que les terres sont constamment couvertes de nuages.

Un des plus notables exemples de changement de ton a été l'apparition, pour moi, du canal Bathys, qui relie le lac du Soleil au golfe Aonius. En 1907, aussi par de très belles conditions de visibilité, il resta invisible avec le même instrument.

Autre exemple frappant : la Grande Syrte, floue et pâle, presque méconnaissable au commencement d'août, est sombre et parfaitement délimitée à la fin d'octobre. Ce dernier changement pourrait être dû à des nuages transparents, mais je crois que le premier dépend d'une variation intrinsèque de la surface de la planète.



Fragment topographique de Mars, octobre 1909. Observatoire Fabra.

Je mentionnerai encore un autre exemple surprenant qui s'est produit dans les régions antarctiques : Près des îles de Thulé, on pouvait voir difficilement, à la fin d'août, quelques lacs pâles; deux mois après, toute cette région était parsemée d'une grande quantité de lacs très foncés et rougeâtres, lacs que d'ailleurs je n'ai vus représentés dans aucun dessin. Ils suivaient un arc de petit cercle voisin du pôle, mais excentrique à ce point et comprenant de 150° à 300° de longitude.

En général, les détails de l'hémisphère austral ont augmenté en obscurcissement et quantité avec la diminution des neiges australes ou avec l'augmentation de température de cet hémisphère.

3° La structure lacustre des taches sombres et des estompages paraît être très générale dans cette planète. Il faut, pour voir cette structure, de très belles images. Je rappellerai, parmi les exemples les plus notables que j'ai pu observer concernant cet aspect tacheté, ou en échiquier, la partie australe de l'Hellade et les mers Tyrrhénienne

et Cimmérienne. D'ailleurs, on voyait un grand nombre de lacs dans plusieurs régions : aux environs du lac du Soleil et surtout dans la région de l'Amazonis, où apparaissait un estompage granulaire très compliqué.

4° L'un des aspects morphologiques les plus notables a été celui des *péninsules* ou isthmes, qui relient les masses claires équatoriales à la série d'îles arrondies et blanchâtres australes bien connues. A part les péninsules déjà signalées par d'autres observateurs, comme par exemple l'Atlantis se dirigeant vers le Phaetonte, l'Hesperia vers l'Eridania, etc., j'en ai découvert un certain nombre d'autres et, ce qui est plus notable, j'ai pu me convaincre que ces péninsules sont formées par des faisceaux de traînées plus ou moins blanchâtres, plus ou moins sombres. Les exemples les plus frappants se trouvent dans les mers Cimmérienne et Tyrrhénienne. Toutes ces péninsules sont déviées dans le même sens, comme si l'hémisphère austral avait reçu un mouvement de rotation d'un certain nombre de degrés par rapport à l'autre, d'une façon toute semblable à ce qu'on observe pour la Terre.

5° Cette opposition, à mon avis, peut être considérée comme la déroute définitive du *réseau géométrique* des canaux. J'ai vu certainement des canaux, comme je les ai toujours vus, même avec des instruments de faible ouverture, mais ils ont été toujours pour moi de simples estompages plus ou moins linéaires; et pendant toute cette opposition, je n'ai pas vu *un seul canal* offrant l'aspect d'une ligne nette et géométrique. Ce que j'ai pu voir bien net ce sont des bandes obscures et courtes, comme l'Agathodémon, le Nectar, le Bathys, etc., mais j'ai supposé que certains de ceux-ci, comme le Nectar et le Bathys, sont formés par une série de lacs alignés. Enfin, les canaux diffus ou ordinaires ont été en petit nombre.

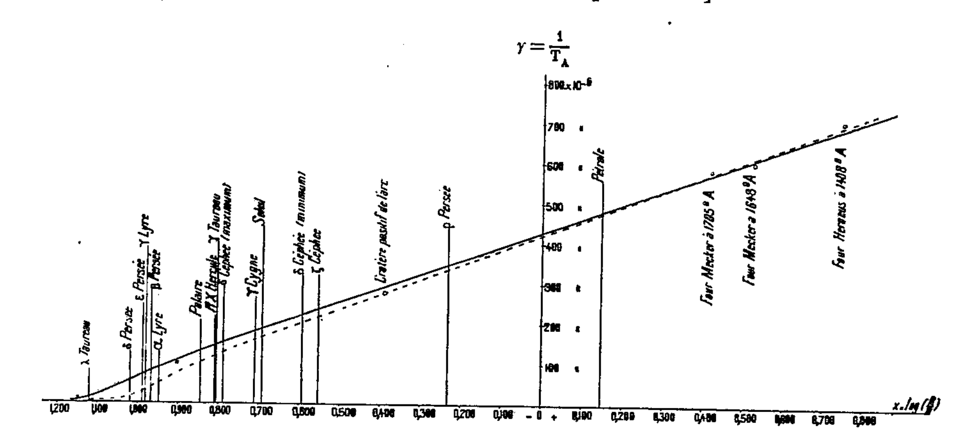
Quant aux contours topographiques (exception faite de quelques régions, comme une partie de la Grande Syrte et les bords nord du Sinus Sabœus), je les ai vus d'autant plus diffus que l'image était meilleure.

Pour la calotte polaire australe, elle a présenté, il est vrai, certains aspects remarquables, comme l'importante segmentation que j'ai observée vers le milieu d'août, de même que des petits points blancs éclatants près de cette calotte; mais, en réalité, elle n'a pas offert d'apparences fondamentalement nouvelles ou distinctes de celles que nous connaissions.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Nouvelle approximation dans l'étude des températures effectives des étoiles.* Note de M. CH. NORDMANN, présentée par M. Maurice Hamy.

La méthode que je me propose d'exposer ci-dessous m'a permis d'améliorer notablement les résultats provisoires, indiqués dans ma Note du 4 octobre dernier, relativement aux températures effectives de quelques étoiles, et qui ont été, je le rappelle, obtenus en prolongeant (suivant la loi de Planck) la courbe tracée au travers des points figuratifs des expériences d'étalonnage faites entre 1408° et 3616° $\left(\frac{1}{y} = \text{température abs.}; \; x = \log\frac{R}{B}\right)$ [ces points

figuratifs sont indiqués dans la figure très réduite ci-dessous par de petits cercles et la courbe ainsi tracée par un trait pointillé].



La méthode suivante procède, on va le voir, non plus par extrapolation, mais en quelque sorte par approximations successives :

On a construit d'abord, au moyen de mesures spectrophotométriques, *les courbes de transparence* des écrans colorés de mon appareil (il ne sera question ici que du rouge et du bleu). Les ordonnées de ces courbes multipliées par des coefficients proportionnels aux luminosités des diverses longueurs d'onde du spectre solaire normal [1] fournissent ensuite les *courbes de luminosité* de ces écrans pour la lumière solaire, courbes dont les centres de gravité correspondent aux longueurs d'onde efficaces λ_R et λ_B. En admettant en première analyse 6000° pour la température effective du Soleil, la loi de Planck permet alors de construire par points les courbes de luminosité correspondant à diverses températures et de déterminer les λ_B et λ_B correspondants. La loi de Planck donne d'ailleurs

$$\log\frac{R}{B} = K - 5(\log\lambda_R - \log\lambda_B) + \left[\log\left(e^{\frac{14600}{\lambda_B T}} - 1\right) - \log\left(e^{\frac{14600}{\lambda_R T}} - 1\right)\right].$$

Dans le Tableau suivant on donne les $\log\frac{R}{B}$ ainsi obtenus pour 1400°, 6000° et 100000°; $\log\frac{R'}{B'}$ désigne les valeurs de $\log\frac{R}{B}$ calculées en faisant l'hypothèse que les longueurs d'onde efficaces à 1400° et à 100000° sont les

---

(1) On a pris pour valeurs de ces luminosités celles qui résultent de la courbe publiée dans le *Traité d'Optique* de Mascart (t. I, p. 105), et qui correspondent bien à la moyenne des résultats obtenus par divers observateurs et par moi-même.

mêmes qu'à 6000°; enfin, $\delta = \log \frac{R}{B} - \log \frac{R'}{B'}$:

T^{o}_{Ald}.	λ_R.	λ_B.	$\log \frac{R}{B} - K$.	$\log \frac{R'}{B'} - K$.	δ.
1400°	645$\mu\mu$	500$\mu\mu$	+1,483	+1,492	−0,009
6000	630	460	−0,069	−0,069	0,000
100000	625	450	−0,542	−0,525	−0,017

Le fait que les δ sont inférieures à 0,020 $\left(\text{erreur probable sur le résultat des mesures de } \log \frac{R}{B}\right)$ établit le résultat suivant que j'avais annoncé sans démonstration : puisque les résultats des mesures faites avec mon pyromètre stellaire sont pratiquement conformes à la loi de Planck entre 1400° et 6000°, ils ne s'en écarteront pas davantage si cette loi est exacte entre 6000° et 100 000°.

D'autre part, les points figuratifs de l'étalonnage du pyromètre stellaire fournissent une valeur approchée de la constante K de l'expression précédente, c'est-à-dire déterminent l'origine des abscisses et permettent de situer le point figuratif correspondant à 6000° et déterminé par cette expression. Or une droite tracée par ce point et par ceux qui résultent de l'étalonnage coupe l'ordonnée correspondant à la valeur de $\log \frac{R}{B}$ fournie par l'observation du Soleil, en un point qui donne pour la température effective de cet astre la valeur améliorée de 5100°. Il ne reste plus qu'à reprendre, en partant de cette valeur améliorée, la détermination faite comme il a été dit, des courbes de luminosité et des λ_R et λ_B correspondant à diverses autres températures entre 1400° et 100 000°, et à calculer les nouvelles valeurs des $\log \frac{R}{B}$ correspondants. On pourrait continuer à améliorer ainsi par approximations successives la construction de la courbe des $\log \frac{R}{B}$, mais le calcul montre qu'on ne changerait pas sensiblement le résultat de cette première opération. La courbe rectifiée ainsi construite (en trait plein sur la figure ci-contre) est inclinée d'un peu plus de 1 degré sur la courbe provisoire (trait pointillé) construite en extrapolant la ligne tracée au travers des points figuratifs de l'étalonnage.

On obtient ainsi, pour les températures effectives des étoiles observées, les valeurs approchées suivantes qui rectifient celles de ma Note du 4 octobre qu'avait fournies cette courbe provisoire :

ρ *Persée* : 2870°; ζ *Céphée* : 4260°; δ *Céphée* (*min.*) : 4550°; *Soleil* : 5320°; γ *Cygne* : 5620°; δ *Céphée* (*max.*) : 6900°; γ *Taureau* : 7250°; RX *Hercule* : 7350°; *Polaire* : 8200°; α *Lyre* : 12200°; β *Persée* : 13300°; γ *Lyre* : 14500°; ε *Persée* : 15200°; δ *Persée* : 18500°; λ *Taureau* : > 40000°.

La quantité dont les valeurs provisoires de ma Note du 4 octobre diffèrent des valeurs rectifiées ci-dessus est inférieure au double de l'erreur relative probable que j'avais attribuée à ces valeurs provisoires, et qui, ainsi que je l'ai dit (*loc. cit.*), était proportionnelle aux températures indiquées et de l'ordre de 8 pour 100 dans le cas du Soleil.

ASTRONOMIE. — *Observations d'une petite planète probablement nouvelle.* Note de M. **Maneng**, présentée par M. B. Baillaud.

Sur un cliché de la Carte photographique du Ciel obtenu par M. Boinot et moi, le 19 octobre 1909, M. Boinot a trouvé une petite planète, de 11[e] grandeur, probablement nouvelle, qu'on a retrouvée photographiée sur un cliché obtenu le 23 octobre 1909. J'ai déterminé les éléments de ces clichés et en ai conclu les positions suivantes de la planète :

	T. m. de Paris.	α (1900,0).	δ (1900,0).
Octobre 19.......	$10^h 52^m 28^s$	$23^h 56^m 44^s,11$	$+18°58'\ 9'',9$
Octobre 23.......	$10^h 47^m 43^s$	$23^h 53^m 59^s,14$	$+18°51'46'',6$

GÉOGRAPHIE. — *Sur la précision des déterminations de longitude à terre par le transport du temps à l'aide de montres de torpilleur, d'après les observations de la Mission Niger-Tchad.* Note de M. **Tilho**, présentée par M. E. Guyou.

La méthode de détermination des longitudes par transport du temps est en général considérée comme donnant des résultats peu satisfaisants pour les voyages à terre.

Les résultats que vient d'obtenir la Mission Niger-Tchad de 1906 à 1909 montrent que cette méthode est au contraire susceptible d'une grande précision à la condition de ne négliger aucune précaution pour conserver aux montres une marche satisfaisante, de procéder autant que possible par circuits fermés de peu d'étendue et ayant un ou plusieurs points communs, enfin d'avoir des états suffisamment précis pour que la marche puisse être obtenue avec une approximation suffisante par des observations à 24 heures d'intervalle. L'astrolabe à prisme, système Claude et Driencourt, nous a permis de satisfaire régulièrement à cette dernière condition.

Différences de longitude. — Une grande partie des résultats obtenus a pu être contrôlée soit par des déterminations télégraphiques, soit par comparaison avec les résultats d'un chaînage effectué par la Mission anglaise qui participait aux travaux de délimitation de la frontière Niger-Tchad.

Le Tableau ci-dessous indique pour les points communs les résultats obtenus par chacune de ces trois méthodes :

Différence de longitude en temps entre	Karimama et Konni.	Konni et Sabon-Birni.	Sabon-Birni et Katséna.	Katséna et Zongo.	Zongo et Bosso.	Bosso et Koukaoua
Distance approximative en kilomètres	350	150	240	200	650	110
	m s	m s	m s	m s	m s	m s
Transport du temps...	8.19,43	4.23,60	5.04,38	3.26,48	19.16,65	1.00,66
Chaînage	8.18,97	4.23,58	5.05,88	3.26,93	19.18,49	1.00,90
Télégraphe..........	8.18,32	»	»	»	»	»

En outre, pour mettre en évidence la façon dont chacune des montres s'est comportée, nous indiquons dans le Tableau ci-dessous les résultats fournis par chacune d'elles prise isolément en prenant des exemples parmi les circuits classés bons ou passables :

Circuit.	Différence de longitude obtenue par la montre A.	B.	D.	R.	S.	Discordance maxima.	Observations. Circuit.	Durée.
Bons.								
	m s	m s	m s	m s	m s	s		
Bidellam-Kouloa....	2,90	2,86	2,47	2,42	2,96	0,54	fermé	2 jours
Saouni-Dan Bartou ..	22,82	22,38	22,70	22,49	22,34	0,48	doublt fermé	4 jours
Argué-Kaoua	1.27,68	1.26,89	1.26,46	1.26,58	1.27,34	1,22	plus. fois fermé	20 jours
Assez bons.								
Galmi-Konni........	1.38,89	1.37,01	1.38,20	1.38,24	1.37,96	1,88	1 fois fermé	9 jours
Karagou-Gourseleck.	53,79	52,30	53,85	52,91	52,76	1,55	non fermé	1 jour
Bidellam-Kindjiria...	59,28	57,59	57,76	58,62	57,43	1,85	non fermé	2 jours
Passables.								
Maizouo-Dan Tchiao.	1.39,50	1.38,34	1.40,07	1.38,82	1.40,87	2,53	doublt fermé	10 jours
Kaffé-Konni	1.48,56	1.48,33	1.49,46	1.48,89	1.46,62	2,84	1 fois fermé	9 jours
Mao-Bol............	2.24,06	2.25,93	2.24,86	2.24,92	2.26,55	2,49	non fermé	4 jours

La montre étalon était R et la montre S servait de compteur pendant les observations.

Longitudes absolues. — Les longitudes absolues ont été déduites d'observations d'occultations. Les observations obtenues ont été groupées par régions et rapportées par transports de temps à des points centraux. Les résultats ont été rectifiés au retour au moyen des observations lunaires

fournies par les observations de Paris, Greenwich et Washington. Autant que permettent de l'affirmer les vérifications que nous avons pu obtenir ultérieurement pour certains points isolés, nous pensons que nos résultats en général offrent des garanties de précision comparables à celles que peut donner l'emploi d'une ligne télégraphique. Lors du voyage de retour, la ligne télégraphique entre Niger et Tchad, qui venait d'être amorcée, put être utilisée entre le Niger et Konni :

		h m s	
Longitude Konni (Porte Nord)	par le télégraphe	0.11.40,30	Est de Paris
	par moyenne de 13 occultations	0.11.39,82	»
	Divergence	0,48	»

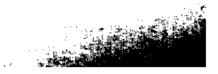
Les autres observations d'occultations ont été groupées à l'aide du transport du temps sur les points de Zinder et de Koukaoua. Nous avons ainsi obtenu :

		h m s	
Longitude Zinder (Résidence)	par moyenne de 20 occultations	0.26.36,48	Est de Paris
	par chaînage et transport du temps sur 200^{km} env. dep. Kano.	0.26.36,57	»
	Divergence	0,09	»
Longitude Koukaoua (Signal Jackson)	par moyenne de 23 occultations	0.44.54,32	Est de Paris
	par chaînage sur 700^{km} environ au théodolite depuis Kano.	0.44.55,65	»
	Divergence	1,33	»

Les concordances très satisfaisantes que nous avons constatées partout où nous avons eu des moyens de contrôle sont trop nombreuses pour être uniquement fortuites; elles nous permettent de présenter avec confiance le résultat des observations de la Mission et témoignent des services que l'explorateur peut attendre de l'emploi des montres de torpilleur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Ordre d'une série de Taylor.* Note de M. EUGÈNE FABRY.

M. Hadamard a défini l'ordre d'une série $\sum_0^\infty a_n x^n$ sur le cercle de convergence, supposé de rayon 1 (*Journal de Math. pures et appl.*, 1892, p. 171). Cet ordre ω est la plus grande limite de $1 + \frac{L|a_n|}{Ln}$. Nous le supposons fini. Dans les cas les plus simples, il est égal au degré maximum d'infinitude de



la fonction aux divers points du cercle de convergence; par exemple, $(1-x)^{-\omega}$ est d'ordre ω sur le cercle de rayon 1. M. Borel a montré que ce fait n'est pas général (*Séries à termes positifs*, p. 77). Mais, lorsque les points singuliers ne sont pas isolés, il est nécessaire de préciser le degré d'infinitude.

Si les sommes

$$S_n = a_1 + a_2 + \ldots + a_n$$

restent finies, et si $\varepsilon > 0$, la série

$$\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^\varepsilon} = \sum_1^\infty S_n \left[\frac{1}{n^\varepsilon} - \frac{1}{(n+1)^\varepsilon}\right]$$

est convergente. Si cette série est divergente, les sommes S_n ne restent pas toutes finies.

Il existe un nombre p, positif, négatif, ou nul, tel que la série $\sum \frac{a_n}{n^{p+\varepsilon}}$ soit convergente, quel que soit $\varepsilon > 0$, et que $\sum_1^n \frac{a_n}{n^{p-\varepsilon}}$ ne reste pas fini.

Au point $x = e^{\theta i}$ correspond un nombre p tel que la série $\sum \frac{a_n}{n^{p+\varepsilon}} e^{n\theta i}$ soit convergente si $\varepsilon > 0$, divergente si $\varepsilon < 0$. On a toujours

$$\omega - 1 \leqq p \leqq \omega.$$

Si ce point n'est pas singulier, $p = \omega - 1$. A chaque argument θ correspond un nombre p; soit P le plus grand de ces nombres, ou leur plus grande limite.

Il existe, de même, un nombre q tel que la série $\sum \frac{|a_n|}{n^{q+\varepsilon}}$ soit convergente ou divergente suivant le signe de ε. On a, dans tous les cas,

$$\omega - 1 \leqq p \leqq P \leqq q \leqq \omega.$$

D'autre part, si les sommes $\sum_1^n \frac{a_n}{n^\alpha}$ restent finies, α étant positif, la fonction $(1-x)^\alpha \sum_0^\infty a_n x^n$ reste finie lorsque x tend vers 1 par un chemin intérieur et non tangent au cercle de convergence. Inversement, si $\sum_1^n \frac{a_n}{n^\alpha}$ ne reste pas fini, $(1-x)^{\alpha-\varepsilon} \sum_0^\infty a_n x^n$ ne reste pas fini sur le cercle de convergence.

Supposons $\omega \geqq 1$; si p est supérieur à $\omega - 1$, on peut dire que le degré d'infinitude au point $e^{\theta i}$ est ce nombre p, qui rend convergente la série $\sum \frac{a_n}{n^{p+\varepsilon}} e^{n\theta i}$, de sorte que $(e^{\theta i} - x)^{p+\varepsilon} \sum a_n x^n$ reste fini pour $x = e^{\theta i}$. P est l'ordre d'infinitude maximum aux points du cercle de convergence. Si $\omega < 1$ et si $\omega - 1 < p < 0$, on peut encore considérer p comme le degré d'infinitude au point $e^{\theta i}$, à condition que la fonction et ses dérivées, d'ordre inférieur ou égal à $-p$, soient nulles au point $e^{\theta i}$, ce qu'on obtient en ajoutant un polynome à cette fonction.

Si $q < \omega$, on a $P < \omega$, quels que soient les arguments des coefficients a_n. Cela a lieu, par exemple, pour les séries à lacunes $\sum a_{n_\nu} x^{n_\nu}$ telles que $\frac{L(n_{\nu+1} - n_\nu)}{L n_\nu}$ ne tende pas vers zéro.

Mais on peut aussi avoir $P < q$, c'est-à-dire qu'une série peut être convergente en tous les points du cercle de convergence, quoique la série des modules des coefficients soit divergente. Par exemple, la série $\sum_1^\infty \frac{e^{(n\theta + \pi\sqrt{n})i}}{n^\alpha}$, où $\frac{1}{2} < \alpha \leqq 1$ est convergente pour toute valeur de θ. Il faut cependant remarquer que le module de la fonction $\sum \frac{x^n}{n^\alpha} e^{\pi i \sqrt{n}}$ ne reste borné dans le cercle de convergence que si $\alpha \geqq \frac{3}{4}$. Si $\frac{1}{2} < \alpha < \frac{3}{4}$, ce module peut dépasser tout nombre donné, à l'intérieur du cercle de convergence, quoique la série soit convergente en tout point de ce cercle. C'est que, sur le cercle, elle est discontinue et augmente indéfiniment au voisinage de $\theta = 0$, mais la série a une valeur finie pour $x = 1$, $\theta = 0$.

On voit que, lorsque les points singuliers sont en nombre infini, il faut distinguer le degré d'infinitude maximum aux points singuliers du cercle de convergence, et le degré d'infinitude de la fonction, qu'on pourrait considérer comme le plus petit nombre r tel que la fonction $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^r} x^n$ ait un module borné à l'intérieur du cercle de convergence. Par exemple, pour la fonction $\sum e^{\pi i \sqrt{n}} x^n$, on a

$$\omega = q = 1, \qquad r = \frac{3}{4},$$

et l'ordre d'infinitude maximum aux points singuliers du cercle de convergence est

$$P = \frac{1}{2}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des solutions d'une équation aux différences finies pour les grandes valeurs de la variable.* Note de M. GALBRUN, présentée par M. Painlevé.

La recherche des solutions de l'équation aux différences finies

$$A_0 f(x+k) + A_1 f(x+k-1) + \ldots + A_k f(x) = 0, \tag{1}$$

où A_i est un polynome en x de degré p, se ramène, au moyen de la transformation

$$f(x) = \int v(z) z^{x-1}\, dz,$$

à la résolution de l'équation différentielle

$$z^p R_0(z) \frac{d^p v}{dz^p} + z^{p-1} R_1(z) \frac{d^{p-1} v}{dz^{p-1}} + \ldots + R_p(z) v = 0, \tag{2}$$

où R_i est un polynome en z de degré k. Dans une Note précédente ([1]), étudiant le cas où les solutions de (2) sont toutes régulières au voisinage de l'origine et où les racines $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_k$ du polynome $R_0(z)$ sont simples et finies, j'ai montré qu'au moyen de la solution de l'équation (2) non holomorphe et régulière au voisinage du point α_i, on pouvait former une solution $f_i(x)$ de (1) qui, pour les grandes valeurs de x, est représentée par une expression de la forme

$$K_i = \frac{\alpha_i^{x+\lambda_i}}{x^{\lambda_i+1}} \left(A_0 + \frac{A_1}{x} + \ldots + \frac{A_n}{x^n} + \frac{\varepsilon}{x^n} \right) = \frac{\alpha_i^{x+\lambda}}{x^{\lambda_i+1}} \left(S_n^i + \frac{\varepsilon}{x^n} \right),$$

et j'ai indiqué comment les différentes expressions de ce genre se permutent entre elles pour représenter une même fonction $f_i(x)$ quand l'argument de x varie de 0 à 2π. Si certaines racines du polynome $R_0(z)$ deviennent nulles ou infinies, les racines finies restant simples, les mêmes résultats subsistent pour la fonction $f_i(x)$ formée au moyen de la solution régulière au voisinage du point α_i; toutefois, si les solutions de (2) ne sont pas toutes régulières au voisinage de l'origine, cette fonction admet comme pôles non seulement les points $-z_q - p$, p étant un entier positif ou nul, mais aussi les points $-z_q + p$, et la direction positive de Ox est singulière au même titre que la direction négative.

([1]) *Comptes rendus*, 5 avril 1909.

Soit α_i une racine d'ordre de multiplicité z de $R_0(z)$ au voisinage de laquelle toutes les solutions de (2) restent régulières, et soient $\varphi_{i1}, \varphi_{i2}, \ldots, \varphi_{im}$ les m solutions de (2) non holomorphes au voisinage de α_i obtenue par la méthode de Fuchs; la fonction

$$f_{ik}(x) = \int_{L_i} \varphi_{ik}\, z^{x-1}\, dz - \sum_{q=1}^{q=p} \beta_q \int_{L_0} \left(\psi_{q1} u + \psi_{q2} \frac{du}{dx} + \ldots + \psi_{qq} \frac{d^{q-1} u}{dx^{q-1}} \right) dz$$

est une solution de l'équation (1). Dans cette expression les contours L_0, L_i, les fonctions ψ_{qi}, u ont même définition que dans l'expression analogue contenue dans la Note précédente, et β_q est le coefficient de v_q dans l'expression de $\overline{\varphi_{ik}(\eta)} - \varphi_{ik}(\eta)$ au voisinage d'un point a en fonction de $v_1, v_2, \ldots, v_p$ intégrales régulières au voisinage de l'origine, obtenue par la méthode de Fuchs; $\overline{\varphi_{ik}(\eta)}$ était ce que devient $\varphi_{ik}(\eta)$ par une rotation autour de α_i. Je pose

$$\varphi_{ik} = (z - \alpha_i)^{\lambda_{ki}} [\chi_1 + \chi_2 L(z - \alpha_i) + \ldots + \chi_n L(z - \alpha_i)^{x-1}],$$

et je désigne par $\frac{\alpha_i^{x+\lambda_{ki}}}{z^{\lambda_{ki}+1}} P_{ki}^1, \frac{\alpha_i^{x+\lambda_{ki}}}{z^{\lambda_{ki}+1}} P_{ki}^2, \ldots$ les expressions déduites des fonctions $(z - \alpha_i)^{\lambda_{ki}} \chi_1, \ldots$, par le procédé indiqué dans la Note précédente pour former $\frac{\alpha_i^{x+\lambda_i}}{x^{\lambda_i+1}} S_n^i$. Pour les grandes valeurs de la variable l'expression

$$K_{ik} = \frac{\alpha_i^{x+\lambda_{ki}}}{x^{\lambda_{ki}+1}} P_{ki}^1 + \frac{d\, \alpha_i^{x+\lambda_{ki}}}{d\lambda_{ki}\, x^{\lambda_{ki}-1}} P_{ki}^2 + \ldots + \frac{d^{x-1}}{d\lambda_{ki}^{x-1}} \frac{\alpha_i^{x+\lambda_{ki}}}{x^{\lambda_{ki}+1}} P_{ki}^n + \frac{\alpha_i^{x+\lambda_{ki}}}{x^{\lambda_{ki}+1}} \frac{\varepsilon}{x^n}$$

joue dans la représentation de $f_{ik}(x)$ le même rôle que joue l'expression K_i dans le cas où α_i est racine simple. D'autre part, j'ai montré que, quand α_i est une racine simple, la fonction $f_j(x)$ relative à un point α_j est représentée asymptotiquement dans un certain angle par une expression K_i contenant α_i^x en facteur; si α_i est une racine multiple au voisinage de laquelle les solutions de (2) sont régulières, la fonction $f_j(x)$ est représentée dans le même angle par

$$a_1 K_{i1} + a_2 K_{i2} + \ldots + a_m K_{im},$$

où $a_1, \ldots, a_m$ sont des constantes.

Les mêmes résultats subsistent si les solutions de (2) sont irrégulières au voisinage de l'origine; mais alors la direction positive de l'axe des x est singulière, comme dans le cas où α_i est racine simple.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles parfaits discontinus.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Painlevé.

Je rappelle que j'ai, dans ma Note du 2 novembre dernier, défini une notion qui se présente naturellement au sujet des ensembles parfaits discontinus à deux dimensions, quand on les envisage dans leurs rapports avec la théorie des fonctions analytiques. J'appelle *sinuosité* de l'ensemble en un point M un nombre $\alpha(M)$ tel que, à tout nombre ε correspond un nombre ρ (ε et ρ positifs), et, intérieurement au cercle de centre M et de rayon ρ : 1° quels que soient les points A et B extérieurs à l'ensemble, il est possible de les joindre par un chemin ne rencontrant pas l'ensemble et de longueur moindre que $[1+\alpha(M)+\varepsilon]\mathbf{AB}$; 2° il existe un couple de points A et B qu'il est impossible de joindre par un chemin évitant l'ensemble et dont la longueur soit inférieure à $[1+\alpha(M)-\varepsilon]\,\mathbf{AB}$ ($\mathbf{AB}=$ segment rectiligne AB). S'il n'existe pas de nombre $\alpha(M)$ positif ou nul satisfaisant à cette condition, la sinuosité est *infinie*.

J'ai affirmé, sans pouvoir le démontrer, ce théorème capital : la sinuosité d'un ensemble d'aire nulle est partout nulle. J'ai seulement démontré qu'en chaque point, elle ne peut être que nulle ou infinie. Occupons-nous des *ensembles d'aire non nulle*.

Il est tout d'abord évident qu'ils peuvent avoir une sinuosité nulle. Il suffit de strier le domaine contenant l'ensemble par une infinité de bandes d'aire totale arbitrairement petite, et denses, pour leurs directions et par leurs positions pour une même direction. Dans la Note citée plus haut, j'ai défini un ensemble E_6 dont la sinuosité est finie (pour l'ensemble E_6 considéré, je supposais en outre $6k<1$). Voici un exemple d'*ensemble dont la sinuosité est partout infinie*.

Soit un domaine fermé B_1 à connexion simple, un carré par exemple. Je perce ce bloc B_1 par un chenal C_1 qui le divise en deux blocs B_2 et B_3. Je suppose C_1 assez sinueux et assez fin, pour que, si l'on veut joindre deux points extérieurs à B_1 par un chemin ne rencontrant ni B_2 ni B_3, il soit plus court de faire le tour de B_1 que de traverser B_1 par le chenal C_1. Sur chacun des blocs B_2 et B_3 j'opère comme sur B_1. Ainsi, je divise B_2 en deux blocs B_4, B_5 par un chenal C_2, tel que, si l'on veut joindre deux points extérieurs à B_2 et B_3, en évitant B_3, B_4, B_5, il soit plus court de contourner B_2 et B_3 que d'utiliser le chenal C_2 (sans que C_1 perde sa propriété relati-

vement à B_1), ... Si l'on suppose que la plus grande dimension du bloc B_n tende vers zéro pour n infini, les points communs à une infinité de blocs B forment un ensemble parfait discontinu E. On voit aisément que, si deux points P et Q extérieurs à E sont intérieurs uniquement, le premier aux blocs B_i, B_j, ..., B_k, le second aux blocs B_l, B_m, ..., B_n, pour étudier la limite inférieure du chemin PQ extérieur à l'ensemble, on peut supposer que ces chemins n'empruntent que les chenaux C_i, ..., C_k, C_l, ..., C_n. Si le périple de chaque bloc extérieurement aux autres reste supérieur au périple de B_1, il y a au voisinage de tout point de E des couples de points dont la distance extérieure à E est supérieure à un nombre fixe. La sinuosité est donc infinie.

Il y a même sur E une *infinité dense* (et sans doute d'aire égale à celle de E) *de points tels que tout chemin extérieur à* E *et tendant vers l'un d'eux a une longueur infinie.*

Une fonction analytique possédant un tel ensemble de singularités peut, *a priori*, avoir *une dérivée bornée sans être elle-même bornée.* La condition $|F'(z)| < k$ n'entraîne pas la conséquence que $F(z)$ satisfasse à la condition de Lipschitz.

Il semble cependant que la limitation en module de $F'(z)$ entraîne toujours pour $F(z)$ le fait d'être d'un ordre inférieur à celui de $\delta^{-1} L\delta^{-1}$, si δ est la distance de z à l'ensemble.

Il est facile de voir que tout ensemble parfait discontinu à deux dimensions peut être obtenu par bi- ou pluripartition de blocs par des chenaux. Cette génération s'obtient d'elle-même quand on détermine le domaine balayable par un cercle de rayon fini et fixe λ, dont le contour est arrêté par les points de E. Si l'on fait décroître λ, la connexion de ce domaine ainsi défini augmente indéfiniment. A chaque accroissement d'une unité au moins dans la connexion correspond une pluripartition d'un ou plusieurs blocs.

Cette détermination analytique des ensembles peut être remplacée avantageusement dans le cas d'un ensemble d'aire partout non nulle, par une synthèse analogue à celle qui m'a donné l'ensemble de longueur finie E_1 de ma dernière Note. Dans un bloc, on trace une *ligne* le divisant en deux parties, que l'on sépare l'une de l'autre par un déplacement mutuel de grandeur arbitrairement petite, ne modifiant pas les aires des deux parties. Sur les deux blocs séparés, on opère de même, et ainsi indéfiniment. Si l'on suppose un certain degré d'uniformité dans la convergence des déplace-

ments successifs des blocs, l'aire totale des blocs qui est invariable est aussi celle de l'ensemble limite E. Une propriété se conservant à la limite et vraie pour l'ensemble des blocs à partir de la $n^{\text{ième}}$ opération, sera vraie pour E.

Cette construction donne peut-être à la notion d'ensemble parfait discontinu d'aire partout non nulle plus de clarté que la conception des blocs infiniment fissurés que j'indiquais plus haut.

L'extension à un nombre quelconque de dimensions est évidente.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités discontinues des fonctions analytiques uniformes.* Note de M. **D. Pompéiu**, présentée par M. Painlevé.

I. Considérons une fonction analytique uniforme $F(z)$ dont les points singuliers ζ forment un ensemble E parfait partout discontinu. Je suppose de plus que la fonction $F(z)$ est bornée dans le voisinage de E.

Dans ce cas, on sait que la *longueur* de l'ensemble E est nécessairement *partout non nulle*. On sait aussi, par des exemples, que si la longueur de E est *partout infinie* (l'*aire* de E pouvant être nulle ou finie) la fonction bornée $F(z)$ peut être continue sur l'ensemble E des points singuliers.

Restant dans le cas général où l'on sait seulement que $F(z)$ est bornée, traçons un contour fermé C ne passant que par des points z (points *réguliers*) et contenant dans son intérieur des points ζ (points *singuliers*). Ce contour C est d'ailleurs, aux conditions énoncées près, un contour fermé quelconque. D'autre part, on sait que, E étant un ensemble partout discontinu, on peut tracer des contours C dans toute région contenant des points ζ, si petite que soit cette région.

Cela posé, formons l'intégrale

$$I = \int_C F(z)\,dz.$$

Je vais démontrer que *dans aucune région* R, *si petite qu'elle soit, contenant des points* ζ, *les intégrales* I *ne peuvent pas être toutes nulles*.

En effet, supposons d'abord qu'il s'agisse d'une fonction $F(z)$ continue sur E. Les intégrales I étant, dans la région considérée, toutes nulles, on en déduit facilement la nullité d'une intégrale quelconque

$$J = \int_\Gamma F(u)\,du,$$

relative à un contour fermé Γ quelconque (c'est-à-dire tracé sans éviter les points ζ; la lettre u désignant un point quelconque sans distinguer si c'est un z ou un ζ), ce contour Γ étant tracé dans la région considérée R.

Mais alors, la fonction $F(z)$ étant continue dans R et, dans cette même région, toutes les intégrales J nulles, en vertu d'un théorème de Morera, $F(z)$ serait holomorphe dans R, ce qui est contraire à l'hypothèse.

Il est donc démontré que, dans la région considérée, les intégrales I ne peuvent pas être toutes nulles et que les valeurs des I caractérisent les singularités contenues dans R.

Passons au cas où E a une longueur finie. Dans ce cas, la démonstration se fait à l'aide de l'intégrale de Cauchy et l'on montre aussi que les valeurs des I caractérisent les singularités de $F(z)$ contenues dans R.

Mais dans le cas d'un ensemble de longueur finie, on démontre aussi que la fonction dérivée $F'(z)$ ne peut pas être bornée dans aucune région contenant des points ζ. En effet, les intégrales

$$I' = \int_C F'(z)\,dz$$

sont toutes nulles et, si $F'(z)$ était bornée, elle serait partout holomorphe, résultat absurde.

II. Considérons maintenant le cas où l'ensemble E a une longueur nulle. Dans ce cas, $F(z)$ ne peut pas être bornée et, en général, les intégrales I peuvent être toutes nulles sans aucune conséquence sur $F(z)$.

Mais cela montre seulement que la propriété de $F(z)$ de ne pas être bornée, dans le voisinage de E, n'est qu'un caractère négatif insuffisant pour distinguer une classe de fonctions uniformes. Et, en effet, dès qu'on précise l'ordre d'infinitude de $F(z)$, dans le voisinage de E, on peut définir des classes de fonctions uniformes dont les singularités sont caractérisées par les intégrales I.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Familles de Lamé composées d'hélicoïdes.* Note (1) de M. **J. Haag.**

La détermination de ces familles de Lamé est une application élégante des propositions que j'ai établies dans ma précédente Note. Voici comment on peut procéder. Rapportons chaque hélicoïde H à un trièdre mobile, dont

(1) Reçue dans la séance du 22 novembre 1909.

l'axe des z sera l'axe de H, l'origine et le plan des zx restant arbitraires. Les équations de l'hélicoïde pourront se mettre sous la forme ([1])

$$(1)\qquad \begin{cases} x = u\cos(\theta+v), \\ y = u\sin(\theta+v), \\ z = Z + Kv, \end{cases}$$

où θ et Z sont certaines fonctions de u et t, K une fonction de t. Nous supposerons que les lignes $v =$ const. sont des lignes de courbure.

Animons le trièdre Oxyz d'un certain mouvement dépendant de t. Soient ξ, η, ζ, p, q, r les composantes de ce mouvement. (Il est à remarquer que ζ et r peuvent être choisies arbitrairement en fonction de t.) En appliquant toujours la méthode qui repose sur la réciproque du théorème de Dupin, on est conduit à considérer l'équation

$$\begin{vmatrix} -u\mu\sin(\theta+v)+[\xi+q(Z+kv)] & \cos(\theta+v)-u\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\sin(\theta+v) & u\lambda\cos(\theta+v)+k\sin(\theta+v) \\ u\mu\cos(\theta+v)+[y-p(Z+kv)] & \sin(\theta+v)+u\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\cos(\theta+v) & u\lambda\sin(\theta+v)-k\cos(\theta+v) \\ v+u[p\sin(\theta+v)-q\cos(\theta+v)] & \dfrac{\partial Z}{\partial u} & ku \end{vmatrix} = 0.$$

En décomposant ce déterminant en deux autres, suivant la première colonne, on voit de suite que cette équation est de la forme

$$A\frac{dv}{dt}+B=0,$$

avec

$$B=(k'v+\zeta)C+F+D\cos v+E\sin v.$$

F, A et C sont des fonctions de u et t; D et E sont des fonctions linéaires de v dont les coefficients dépendent de u et t et sont linéaires et homogènes par rapport à p, q, ξ, η. (Il est inutile d'en savoir plus long sur ces fonctions.)

Pour que nos hélicoïdes forment une famille de Lamé, il faut et suffit que l'on ait

$$(2)\qquad \frac{\partial\left(\dfrac{B}{A}\right)}{\partial u}=0.$$

---

[1] Ceci écarte les cylindres de révolution; mais on connaît les familles de Lamé composées avec ces surfaces.

Cette relation devant avoir lieu quels que soient u, v et t, nous devons avoir en particulier

$$(3) \qquad K' \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{C}{A}\right) = 0 \qquad \text{et} \qquad \zeta \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{C}{A}\right) + \frac{\partial F}{\partial u} = 0.$$

Mais, d'après les propriétés des coefficients D et E, les équations (3) sont précisément les seules qui subsistent de l'équation (2) quand on y fait

$$p = q = \xi = \eta = 0.$$

Si donc nous avons une famille de Lamé pour un certain mouvement du trièdre, nous en aurons une autre pour un certain mouvement de verrou autour de Oz, mouvement qu'on peut d'ailleurs supposer réduit au repos, d'après ce qui a été dit au début. Si l'on applique alors les propositions établies dans notre dernière Note, et si l'on remarque qu'un hélicoïde ne peut engendrer une famille de Lamé dans un mouvement hélicoïdal autour d'un axe autre que le sien propre [1], on en conclut que *tous les hélicoïdes doivent avoir même axe*. (Ceci s'applique évidemment aussi aux surfaces de révolution.) *S'ils ont aussi même pas, on retombe sur les familles de Lamé que j'ai determinées* dans une Note du 15 mars 1909. *S'ils n'ont pas même pas*, la première équation (3) fait disparaître ζ de la seconde. On conclut de là et de notre dernière Note que *chaque hélicoïde* H *doit engendrer une famille de Lamé dans une translation suivant son axe.*

Or, dans notre Note du 15 mars 1909, nous avons donné tous ces hélicoïdes. Pour les obtenir, il suffit de faire $\rho = 0$ dans les équations de la page 694. *Si l'on suppose en outre p, p', p'' fonctions d'un même paramètre t, on reconnaît que, pour que les surfaces obtenues forment une famille de Lamé, il faut et il suffit que les deux produits pp' et pp'' soient constants.* On peut alors prendre

$$p = \frac{1}{t}, \qquad p' = m_1 t, \qquad p'' = m_2 t.$$

Si, en outre, l'intégrale $\int \frac{d\alpha}{u}$ qui figure dans ω est prise entre o et α, et si l'on prend

$$u = \wp(i\alpha) - \frac{(m_1 + m_2 + m_1 m_2 t^2)}{3}$$

et

$$\int u\, d\alpha = -\frac{(m_1 + m_2 + m_1 m_2 t^2)}{3}\alpha + i\zeta(i\alpha) + T,$$

---

(1) Voir notre Note du 3 août 1908.

T étant fonction arbitraire de t, les équations des deux familles qui complètent le système triple orthogonal sont

$$\rho_1\sqrt{m_1 t^2 - 1} - \int \frac{T' \, dt}{\sqrt{m_1 t^2 - 1}} = \text{const.},$$
$$\rho_2\sqrt{m_2 t^2 - 1} - \int \frac{T' \, dt}{\sqrt{m_1 t^2 - 1}} = \text{const.}$$

Signalons les cas particuliers où m_2 est nul ou infini, qui donnent des hélicoïdes engendrés par des tractrices égales dans le premier cas (voir *Comptes rendus*, 3 août 1908), des hélicoïdes développables de même noyau dans le second cas.

Disons, pour terminer, qu'on peut obtenir aussi les familles de Lamé précédentes, en remarquant qu'elles donnent naissance à des systèmes de M. Bianchi. Si l'on part par exemple des équations (35) de l'Ouvrage de M. Darboux (*Systèmes triples orthogonaux*, p. 312), on trouve qu'on peut prendre

$$\cos\omega = \text{cn}(r + \rho\rho_1 + \rho_2), \qquad \sin\omega = \text{sn}(r + \rho\rho_1 + \rho_2),$$

r étant une fonction arbitraire de ρ. En partant de là, on peut aussi obtenir les équations du système triple en termes finis. Nous ne les écrivons pas pour ne pas allonger cette Note.

GÉOMÉTRIE. — *Sur des surfaces du quatrième ordre qui admettent un groupe infini discontinu de transformations birationnelles.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. G. Humbert.

Les surfaces algébriques d'ordre inférieur à 4 admettent un groupe continu de transformations birationnelles. Il n'en est plus ainsi, en général, dès que l'ordre atteint 4; par contre, les surfaces de cet ordre fournissent, comme on le verra dans cette Note, des cas étendus très simples de surfaces possédant un groupe *discontinu* infini de transformations sans admettre de groupe continu.

1. Le premier exemple d'une telle surface qui ait été signalé (¹) résultait des travaux de M. Humbert sur la décomposition des fonctions Θ (²); c'est

(¹) Painlevé, *Comptes rendus*, 14 février 1898.

(²) Humbert, *Comptes rendus*, 31 janvier 1898; voir aussi *Journal de Liouville*, 5ᵉ série, t. VI, p. 372.

une surface de Kummer singulière. Plus tard, M. Hutchinson a indiqué pour la surface de Kummer générale deux groupes de transformations (¹). Il rapporte d'abord la surface à un tétraèdre de nœuds formant un quadruple de Göpel; il est alors loisible de choisir les rapports des coordonnées $x_i (i=1, 2, 3, 4)$ de façon que la surface soit invariante pour la transformation S : $x'_i = x_i^{-1}$. En la combinant avec les transformations analogues relatives aux autres tétraèdres de Göpel, on engendre un groupe qu'on montre aisément être infini (²). M. Hutchinson obtient un second groupe de la façon suivante : la surface de Kummer correspond birationnellement à la surface du quatrième ordre Σ, lieu du sommet d'un cône du deuxième ordre passant par six points. En prenant quatre de ces points pour sommets du tétraèdre de référence, ce qui est possible de quinze façons distinctes, et en choisissant convenablement les rapports des coordonnées, on voit que la surface est invariante pour la transformation S. Mais, contrairement à la conclusion de M. Hutchinson (³), *les quinze transformations qu'on obtient ainsi n'engendrent pas un groupe infini :* je démontre qu'elles répondent aux quinze collinéations fondamentales de la surface de Kummer (différentes de l'identité).

2. *On peut rattacher le premier groupe de M. Hutchinson à la théorie des systèmes linéaires de courbes tracées sur la surface de Kummer.*

Considérons deux familles de biquadratiques non associées. M. Humbert a montré que deux courbes, de familles différentes, passent par quatre nœuds de la surface et se coupent encore en deux points variables. Il est clair qu'on définit ainsi une transformation birationnelle T de la surface. Je démontre qu'en multipliant une collinéation fondamentale convenablement choisie par la transformation T, on reproduit, si les nœuds forment un quadruple de Göpel, la transformation S de M. Hutchinson.

Dans le cas où les nœuds forment un quadruple de Rosenhain, il résulte aisément d'une proposition de M. Darboux (⁴) que les deux points variables

---

(¹) *Bull. of the Amer. Math. Soc.*, 2ᵉ série, t. VII.

(²) Les coefficients ξ, η, ζ de M. Hutchinson doivent être multipliés par $i=\sqrt{-1}$; l'absence de ce facteur détruit la symétrie remarquable du résultat, mais la conclusion reste valable : le groupe est bien infini.

(³) L'erreur de M. Hutchinson provient de ce que les formules de changement de coordonnées qu'il emploie modifient la forme de l'équation de la surface qui n'admet plus dès lors la transformation S.

(⁴) *Bull. des Sc. math.*, 1ʳᵉ série, t. I, p. 357.

ont pour images sur la surface Σ deux points situés sur une droite issue d'un des six nœuds de Σ. L'étude d'une dégénérescence de Σ suffit d'ailleurs pour montrer que le groupe de transformations qu'on engendre est, en général, infini.

3. Le mode de transformation précédent *s'étend à toute surface du quatrième ordre pourvue de n* ($\leqq 16$) *points doubles isolés*. (L'existence d'une courbe double donne lieu, évidemment, à un groupe continu.) On obtient n transformations birationnelles de la surface en la projetant sur elle-même, d'un de ses nœuds comme point de vue; et la combinaison (pour $n > 1$) de ces transformations engendrera un groupe G ([1]).

Il serait très intéressant de *déterminer toutes les surfaces pour lesquelles* G *est fini*. Il devra d'abord en être ainsi de tout sous-groupe G_{AB} qu'on en déduit en combinant les projections relatives à deux nœuds seulement, A et B. Pour chaque courbe C, du faisceau $|C|$ des sections de la surface par des plans passant par A et B, on aura une relation de la forme

$$m(u - v) = 2N\omega + 2N'\omega',$$

en désignant par u la somme des valeurs de l'intégrale de première espèce attachée à C aux deux points de C confondus en A; par v la somme analogue pour B; par 2ω et $2\omega'$ les périodes de l'intégrale, fonctions, ainsi que u et v, du paramètre λ de $|C|$; par m, N, N' trois entiers nécessairement indépendants de λ. Par suite, si G_{AB} est fini, $u - v$ est une intégrale de l'équation linéaire du deuxième ordre E à laquelle satisfont ω et ω' considérées comme fonctions de λ; s'il en est ainsi, on reconnaîtra si les coefficients de la relation entre $u - v$, ω, ω' sont entiers en étudiant les valeurs de λ qui sont points singuliers de E. Il restera enfin à rechercher, ce qui paraît difficile, si la multiplication des sous-groupes G_{AB} engendre un groupe fini.

4. *Il existe effectivement des surfaces pour lesquelles* G *est fini*, comme le montre l'exemple remarquable de *la surface dermique* ($n = 12$). On voit aisément que les G_{AB} sont d'ordre 6, et que G est d'ordre 96; il coïncide d'ailleurs avec le groupe des transformations linéaires de la surface (supposée non singulière).

La surface desmique possède d'ailleurs un groupe infini; rapportée à l'un des trois tétraèdres de nœuds fondamentaux, elle admet la transforma-

---

([1]) Pour la surface de Kummer, on retrouve ainsi la transformation de Klein.

tion S; la combinaison de ces trois transformations engendre un groupe infini, comme on le voit en considérant un point d'une droite desmique[1].

5. On peut généraliser de deux façons le procédé de transformation indiqué plus haut (§ 3). Il s'étend d'abord immédiatement aux surfaces possédant un faisceau de courbes de genre *un*. C'est précisément le cas étudié par M. Enriques[2]. On peut également considérer *les surfaces possédant* n ($\geqq 2$) *faisceaux de courbes hyperelliptiques* (ne faisant pas partie d'un même système linéaire). A chaque point M de la surface correspond son conjugué hyperelliptique dans la courbe de l'un des faisceaux passant par M. Tel est le cas d'une surface du quatrième ordre possédant deux cubiques (gauches). La droite joignant deux points correspondants est une corde de l'une des cubiques.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les transformations birationnelles des surfaces du quatrième ordre à points doubles isolés*. Note de M. L. **Remy**, présentée par M. G. Humbert.

Considérons la surface du quatrième ordre à D points doubles la *plus générale* (c'est-à-dire dont les coefficients sont supposés n'être liés par aucune relation autre que celles relatives à l'existence des points doubles); la recherche des transformations birationnelles de cette surface S_D est liée à l'étude des systèmes linéaires de courbes tracées sur la surface, puisque à toute transformation répond un tel système Γ, de dimension *trois* et de degré *quatre*, transformé des sections planes; or, la recherche générale des systèmes linéaires tracés sur la surface S_D peut être résolue complètement par une méthode analogue à celle que nous avons indiquée dans une précédente Note en vue de la détermination de l'invariant ρ.

Nous nous bornerons, pour plus de simplicité, au cas où le nombre des points doubles D est *inférieur à six* : je démontre que, dans cette hypothèse, la *surface générale* S_D *ne possède pas d'autres courbes algébriques que ses intersections complètes par des surfaces algébriques*.

---

(1) Ce groupe est contenu dans un groupe de transformations biunivoques obtenues par M. Humbert dans l'*étude de la représentation elliptique de la surface* (*Journal de Liouville*, 4e série, t. VII, p. 376). La surface desmique paraît être ainsi la première qui ait été signalée possédant un groupe discontinu de transformations sans admettre de groupe continu.

(2) *Rendic. dell. R. Acad. dei Lincei*, 5e série, t. XV.

Ceci posé, tout système linéaire Γ est caractérisé par $(D+1)$ entiers, à savoir le degré $4n$, et les ordres de multiplicité $2p_1, 2p_2, \ldots, 2p_D$ des points bases de la courbe du système, ces entiers vérifiant d'ailleurs la relation

$$2n^2 - p_1^2 - p_2^2 - \ldots - p_D^2 = 2,$$

puisque le système Γ est supposé de degré *quatre*.

Inversement, à un tel système linéaire Γ ne répond pas nécessairement une transformation de la surface; mais, en tout cas, il ne peut lui correspondre plus d'*une* transformation, abstraction faite des homographies que nous laisserons désormais systématiquement de côté.

Parmi les transformations de la surface S_D, nous envisagerons d'abord celles pour lesquelles les entiers $p_1, p_2, \ldots, p_D$ sont égaux, ou transformations symétriques : on établit que, pour un nombre donné de points doubles, il ne saurait exister plus d'*une* transformation symétrique et l'on reconnaît aisément que, pour les surfaces générales à moins de six points doubles, il n'existe en fait que deux types de transformations symétriques : l'un, T_1, associant les couples de points situés en ligne droite avec un point double; l'autre, T_5, associant les couples découpés par les cubiques gauches passant par cinq points doubles de la surface; ces deux transformations ont respectivement pour entiers caractéristiques :

T_1	$n=3$	$p_1=4$
T_5	$n=19$	$p_1=p_2=\ldots=p_5=12$

L'équation $2n^2=2$ n'admettant pas d'autre solution que $n=1$, il en résulte que la surface générale du quatrième ordre sans point double ne saurait posséder de transformation birationnelle (abstraction faite des homographies). La surface du quatrième ordre à un point double ne possède qu'une transformation birationnelle, à savoir la transformation T_1. Quant aux surfaces possédant plus d'un point double, elles admettent une infinité dénombrable de transformations résultant de la composition des transformations du type T_1 relatives à chacun des points doubles; je me propose d'établir, dans le cas où D est inférieur à 6, que *toutes* les transformations de la surface peuvent se déduire de la composition d'un nombre fini d'entre elles.

A cet effet, une transformation T, d'entiers caractéristiques $n, p_1, \ldots, p_D$ sera dite *reductible* par une transformation T', si le produit TT' est une transformation d'ordre inférieur à n; la condition d'irréductibilité s'exprime par une inégalité de la forme

$$an - b_1 p_1 - b_2 p_2 - \ldots - b_D p_D \geqq 0, \tag{I}$$

où a, b_1, ..., b_D sont des entiers positifs. D'autre part, si l'on considère une courbe algébrique quelconque de la surface, d'entiers caractéristiques ν, ϖ_1, ϖ_2, ..., ϖ_D, il est manifeste que les entiers $n, p_1, \ldots, p_D$ satisfont nécessairement à l'inégalité

$$\text{(II)} \qquad 2\nu n - \varpi_1 p_1 - \varpi_2 p_2 - \ldots - \varpi_D p_D \geqq 0,$$

dont le premier membre exprime la moitié du nombre des points d'intersection variables des courbes du système Γ avec la courbe considérée. En définitive les entiers n, p_1, ..., p_D correspondant à une transformation irréductible satisfont à un système d'inégalités des types (I) et (II).

Si donc on considère les quantités $\frac{p_1}{n}, \frac{p_2}{n}, \ldots, \frac{p_D}{n}$ comme les coordonnées d'un point dans un espace à D dimensions, le point représentatif de la transformation considérée T appartient, d'une part, à l'hypersphère

$$(\Sigma_n) \qquad \left(\frac{p_1}{n}\right)^2 + \left(\frac{p_2}{n}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{p_D}{n}\right)^2 = 2 - \frac{2}{n^2}$$

et, d'autre part, est situé à l'intérieur ou sur la surface du polyèdre convexe défini par les inégalités (I) et (II). Dès lors, pour démontrer que les transformations de la surface sont réductibles à un nombre limité d'entre elles, il suffit de démontrer que, pour une valeur suffisamment grande de n, l'hypersphère Σ_n est *extérieure* au polyèdre considéré.

En particulier, dans le cas de cinq points doubles, on est conduit à envisager le polyèdre défini par le système d'inégalités

$$\begin{aligned} & p_1 \geqq p_2 \geqq \ldots \geqq p_5, \\ n - 1 & \geqq p_1, \\ 2n \quad & \geqq p_1 + p_2 + p_3, \\ 3n - 1 & \geqq p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5, \end{aligned}$$

et l'on reconnaît que ce polyèdre est tout entier à l'intérieur de l'hypersphère Σ_n dès que n dépasse 3.

On parvient ainsi au théorème suivant : *Les transformations birationnelles de la surface générale du quatrième ordre à* D *points doubles* (D < 6), *qui sont en nombre infini, résultent de la composition d'un nombre fini de transformations, à savoir celles qui associent les couples de points en ligne droite avec un point double et celle qui associe les couples découpés par les cubiques gauches passant par cinq points doubles de la surface.*

La démonstration précédente est basée sur la considération des systèmes

linéaires de dimensions *trois :* on peut envisager plus généralement les systèmes linéaires de dimension donnée K et l'on est conduit, par une méthode analogue, au théorème suivant :

Les familles linéaires de dimension donnée K *qu'on peut tracer sur la surface générale du quatrième ordre à* D *points doubles* ($D < 6$), *lesquelles forment une infinité dénombrable, peuvent se déduire toutes d'un nombre fini d'entre elles au moyen des transformations birationnelles de la surface en elle-même.*

MÉCANIQUE. — *Généralisation de la formule de Willis sur les trains épicycloïdaux.* Note de M. **Ravigneaux**, présentée par M. H. Léauté.

Willis a démontré que les trois membres connaxiaux A, B, C d'un train épicycloïdal avaient leurs vitesses angulaires a, b, c, liées par la relation

$$\frac{a-c}{b-c} = K.$$

C désigne le châssis portant le ou les axes des satellites; ce châssis tourne autour d'un axe que nous appellerons *axe central du train.*

A et B désignent des roues dont l'axe est en coïncidence avec cet axe central.

K (valeur positive ou négative, supérieure ou inférieure à l'unité) représente la *raison du train;* c'est le rapport constant des vitesses angulaires a et b quand C ne tourne pas, c'est-à-dire quand le système n'est plus à proprement parler un train épicycloïdal, mais un équipage de roues dentées.

L'objet de cette Note est de signaler que la formule ci-dessus est applicable quels que soient les organes désignés par A, B, C, et de montrer, par conséquent, qu'on peut désigner par K non seulement la raison du train, mais une des quantités $(1 - K)$, $\left(1 - \frac{1}{K}\right)$ ou leurs inverses.

Cette proposition est presque évidente, mais il y avait intérêt à la formuler, car les conséquences qui en découlent facilitent beaucoup les calculs d'applications.

Il suffit, pour l'établir, de suivre le raisonnement qui a servi à l'établissement de la formule de Willis, mais en supposant désignés par A et B deux organes quelconques du train se mouvant avec un rapport de vitesse angulaire K, lorsque C reste fixe.

Remarquons d'ailleurs que, dans la formule de Willis, B peut désigner la vitesse angulaire d'un satellite, quand le train ne se referme pas sur l'axe central. La généralisation que nous signalons reste, dans ce cas, exacte également.

Nous pouvons alors formuler deux lois d'équivalence :

Loi générale d'équivalence des trains épicycloïdaux. — *Lorsqu'un membre quelconque* A, B, *ou* C (*roue centrale, satellite ou porte-satellite*) *d'un train épicycloïdal restant fixe ou parallèle à lui-même, le rapport des vitesses angulaires des deux autres organes est* K, *il y a équivalence cinématique, au point de vue des rotations, entre ce train et un autre quelconque* A', B', C' *établi de telle façon que l'un des trois membres* A', B' *ou* C' *restant fixe ou parallèle à lui-même, le rapport des vitesses des deux autres membres soit* K; *et ceci quelle que soit la façon dont les organes soient connectés.*

Si l'on désigne précisément par A, B *d'une part et* A', B' *d'autre part les deux organes pour lesquels le rapport* $\frac{a}{b}$ *ou* $\frac{a'}{b'}$ *est le même quand* C *ou* C' *est fixe, la formule des vitesses angulaires est la même pour les deux trains.*

On utilise presque toujours les trains épicycloïdaux à trois membres connaxiaux dont l'un des membres est rendu fixe.

Dans ce cas, on obtient la loi suivante :

Quand deux trains épicycloïdaux ont une même raison entre deux de leurs trois organes, le troisième restant fixe, ils réalisent les six mêmes raisons pour tous les rapports de vitesses des organes considérés deux à deux, le troisième restant fixe.

Ces lois permettent d'étudier dans toute leur généralité les problèmes où un train épicycloïdal entre en jeu, sans avoir à se préoccuper de son agencement, qui reste subordonné aux convenances de construction.

Si l'on a désigné par K la raison du train, c'est-à-dire le rapport de vitesses angulaires entre deux organes A et B définis uniquement, ainsi que C, par leurs liaisons avec le mécanisme à étudier, extérieures au train, et que la valeur trouvée pour K ne soit pas réalisable pratiquement, soit parce qu'elle est trop petite, soit parce qu'elle est trop grande, on prendra pour raison du train l'une de ces transformées $(1 - K)$ ou $\left(1 - \frac{1}{K}\right)$ et l'on modifiera les connections pour que le rapport soit bien égal à K.

Dans certains problèmes, la valeur de K n'est pas déterminée (exemple : problème de l'indicateur de développement de ressort en horlogerie); K est alors fonction d'autres rapports d'engrenages à choisir; on peut étudier la

combinaison la plus avantageuse, pour réaliser simultanément le rapport de vitesses angulaires K et les rapports qui en sont fonction, soit en prenant K pour raison du train, soit en prenant l'une de ses valeurs transformées, le rapport $\frac{a}{b}$ restant toujours le même.

Ces lois permettent d'écrire sans aucun raisonnement ni aucun calcul toutes les formules relatives aux trains épicycloïdaux.

ÉLECTRICITÉ. — *Propriétés électriques des aciers* (*résistivité et thermo-électricité*). Note de M. **Hector Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

J'ai étudié quatre échantillons d'aciers marchands (deux aciers doux, deux aciers durs) pour observer l'influence, sur la résistivité et la thermo-électricité, du carbone et du silicium.

1° *Résistivité.* — J'ai mesuré la résistance d'une spirale de chacun des échantillons, immergée dans un bain de paraffine, que je laissais refroidir lentement de 370° à la température ambiante. Des nombres obtenus je déduisais la résistivité de l'alliage et je calculais une formule telle que

$$\rho_t = \rho_0(1 + at + bt^2),$$

entre les limites de température observées. Les températures étaient fournies par un pyromètre nickel-cuivre, dont la soudure chaude était au centre de chaque spirale.

Voici les résultats obtenus, en microhms :

Acier très doux (H) peu siliceux	$\rho_t = 11,75(1 + 0,0065t + 0,0000043t^2)$
Acier très doux (A) assez siliceux	$\rho_t = 13,50(1 + 0,0037t + 0,0000074t^2)$

La résistivité à 0° croît donc et le principal coefficient de température décroît quand la teneur en carbone et en silicium augmente (l'acier très doux se rapproche du fer pur).

Acier demi-dur (B)	$\rho_t = 11,25(1 + 0,0049t + 0,0000089t^2)$
Acier dur, siliceux (I)	$\rho_t = 15,42(1 + 0,0040t + 0,0000054t^2)$

La résistivité croît et le principal coefficient de température décroît quand la teneur en silicium et en carbone augmente elle-même.

Si l'on compare les deux catégories d'acier, on constate que :

La résistivité à 0° de l'acier très doux est très voisine de celle de l'acier demi-dur; mais le principal coefficient de température est plus faible dans ce dernier, lequel est un véritable alliage, le premier étant un simple mé-

lange de ferrite et de graphite. Enfin, le silicium accroît dans tous la résistivité à 0° et diminue le principal coefficient de température.

2° *Thermo-électricité*. — Chaque acier formait un couple associé au cuivre pur, couple comparé à un pyromètre platine-platine iridié; la température étant d'abord portée à 800°, les mesures étaient faites pendant le refroidissement des soudures chaudes de 800° à la température ambiante.

Voici les formules déduites des forces électromotrices relevées de 40° en 40°, pour les pouvoirs thermo-électriques $\frac{dE}{dt}$ de chaque couple cuivre-acier, avec les températures remarquables du point neutre T_n et du point d'inversion T_i.

L'allure de la courbe des forces électromotrices change sensiblement avant la température d'inversion T_i, à une température que nous appellerons T_l.

Après T_l, elle est encore parabolique, mais le coefficient angulaire de la nouvelle parabole est très faible, et cette nouvelle courbe se rapproche d'une droite.

	Carbone pour 100.	Silicium pour 100.	$\frac{dE}{dt}$ microvolts.	T_n.	T_i.	T_l.
Acier très doux (A)....	3	Traces	$-13,20+0,0576t$	230°	515°	400°
Acier doux (H)........	4	0,1	$-11,53+0,0468t$	245	525	420
Acier demi-dur (B)....	6	Traces	$-12,10+0,0562t$	215	465	380
Acier dur (I)..........	8	0,1	$-9,03+0,0428t$	211	435	400

De l'examen de ce Tableau, il résulte que :

a. La température du point neutre est généralement d'autant plus basse que la proportion de carbone est plus grande;

b. La présence du silicium relève sensiblement cette température dans les aciers doux; dans les aciers durs, l'influence du carbone est prépondérante;

c. La température d'inversion est toujours supérieure au double de la température du point neutre, comme dans le cas du fer d'ailleurs (Ph. Harrison) (1);

(1) M. Ph. Harrison, en 1902, a obtenu avec le couple fer-cuivre (métaux purs) la formule $\frac{dE}{dt}=11,228-0,043848t$, avec un point neutre à 262° et un point d'inversion à 536°. En comparant ces résultats à ceux de notre Tableau, on voit que le silicium rapproche l'acier doux (H) du fer pur jusqu'à 300° environ; au delà de 300°, le fer pur se rapprocherait de l'acier très doux A; à partir de 640°, les courbes des forces électromotrices des aciers et du fer pur seraient disposées dans l'ordre naturel que leur assigne la teneur en carbone.

d. La température de changement d'allure de la courbe est d'autant plus basse que celle du point d'inversion l'est elle-même, le silicium ayant pour effet de réduire l'écart entre les deux températures;

e. Enfin, dans les aciers, le point neutre a lieu à une température inférieure à celle qu'on obtient avec le fer pur; l'écart est d'autant plus grand que la teneur en carbone est plus grande, en général; il en est même de T_t.

ÉLECTRICITÉ. — *Étude mathématique de l'échauffement d'un conducteur parcouru par une décharge oscillatoire très rapide.* Note de M. **André Léauté**, présentée par M. J. Violle.

J'ai montré précédemment (¹) que la décharge d'un condensateur, lorsqu'elle traverse un fil métallique très fin, produit dans certains cas une véritable explosion de ce fil. Cette explosion est d'autant plus forte que la self-induction insérée dans le circuit est plus faible, et il est intéressant de voir si cette augmentation est due à la diminution de la période ou à l'accroissement du maximum de l'intensité. On y parvient par l'étude mathématique de la loi d'échauffement d'un conducteur parcouru par une décharge oscillante.

Pour cela, nous admettrons que l'air garde une température constante et que les échanges de chaleur entre le conducteur et l'atmosphère se font d'après la loi de Newton. Dans ces conditions, si le fil est parcouru par le courant

$$i = i_0 e^{-\delta t} \sin \omega t,$$

l'équation qui donne, en fonction du temps, l'excès θ de la température du fil sur le milieu ambiant est

$$(1) \qquad C\frac{d\theta}{dt} + K\theta = R i_0^2 e^{-2\delta t} \sin^2 \omega t,$$

où C, K, R sont des constantes.

Si l'on pose

$$\beta = \frac{K}{C} - 2\delta, \qquad \sin\varphi = \frac{\beta}{\sqrt{4\omega^2+\beta^2}}, \qquad \cos\varphi = \frac{2\omega}{\sqrt{4\omega^2+\beta^2}},$$

la solution générale de l'équation (1) prend la forme

$$\theta = \frac{R i_0^2}{C}\left\{\frac{1}{2\beta}\left(e^{-2\delta t} - e^{-\frac{K}{C}t}\right) + \frac{1}{2\sqrt{4\omega^2+\beta^2}}\left[e^{-2\delta t}\sin(2\omega t+\varphi) - \frac{\beta}{\sqrt{4\omega^2+\beta^2}}e^{-\frac{K}{C}t}\right]\right\}.$$

(¹) André Léauté, *Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 849.

1° *Influence de la fréquence.* — Supposons i_0 et δ constants. On cherche quelle est en courant continu l'intensité nécessaire pour faire fondre le fil, et l'on en déduit la valeur de $\frac{K}{C}$; on a, en particulier, pour un diamètre de $0^{cm},006$ et une longueur de 10^{cm},

$$\frac{K}{C} = 0,7.$$

Par suite, on peut poser, en tenant compte des ordres de grandeur relatifs,

$$\beta = -2\delta, \qquad \varphi = 0,$$

et l'on est ramené à étudier

$$\tau = \frac{1}{\delta}\left(e^{-\frac{K}{C}t} - e^{-2\delta t}\right) - \frac{1}{\omega} e^{-2\delta t} \sin(2\omega t),$$

qui est compris entre les deux quantités

$$\frac{1}{\delta}\left(e^{-\frac{K}{C}t} - e^{-2\delta t}\right) \quad \text{et} \quad \frac{1}{\delta}\left(e^{-\frac{K}{C}t} - e^{-2\delta t}\right) - \frac{1}{\omega} e^{-2\delta t}.$$

On voit donc que, du moins pour les décharges très rapides, l'augmentation de la fréquence provoque une diminution de la température atteinte par le fil, mais que cette diminution est très faible.

2° *Variation simultanée de la fréquence, de l'amortissement et de l'amplitude.* — Supposons que l'intensité i soit de la forme

$$i = \frac{Q}{2} \frac{1}{\sqrt{4\Gamma\mathcal{L} - R^2\Gamma^2}} e^{-\frac{R}{2\mathcal{L}}t} \sin\left(\sqrt{\frac{1}{\Gamma\mathcal{L}} - \frac{R^2}{4\mathcal{L}^2}}\, t\right).$$

Pour étudier l'influence de la self-induction $\mathcal{L}$ sur la température du fil, on considère

$$\tau = \frac{R}{2} \frac{1}{\delta\mathcal{L}}\left(e^{-\frac{K}{C}t} - e^{-2\delta t}\right) - \frac{1}{\omega\mathcal{L}} e^{-2\delta t} \sin(2\omega t),$$

dont le maximum est compris entre les deux quantités

$$\left(\frac{\frac{K}{C}}{2\delta}\right)^{\frac{\frac{K}{C}}{2\delta}} - \frac{\frac{K}{C}}{2\delta} \quad \text{et} \quad \left[\frac{\frac{K}{C}}{2\delta\left(1 + \frac{\delta}{\omega}\right)}\right]^{\frac{\frac{K}{C}}{2\delta}} - \frac{\frac{K}{C}}{2\delta}.$$

On établit que ces deux quantités croissent lorsque $\mathcal{L}$ diminue.

Pour montrer qu'il en est ainsi, on est conduit à étudier la fonction

$$z=\left(\frac{x}{1+ax^{-\frac{1}{2}}}\right)^{x}\left[L\left(\frac{x}{1+ax^{-\frac{1}{2}}}\right)+1+\frac{1}{2}\frac{ax^{-\frac{1}{2}}}{1+ax^{-\frac{1}{2}}}\right]-1;$$

cette fonction est constamment croissante et varie de $-\infty$ à $+\infty$, quand x croît de 0 à $+\infty$. Soit x_1 la valeur de x qui annule z; la valeur $R\frac{C}{K}x_1$ est supérieure à celle que présentait dans les expériences la self-induction du circuit de décharge; il en résulte que la température atteinte par le fil croît quand la self-induction décroît.

En résumé, lorsqu'un fil fin est parcouru par une décharge de condensateur, l'augmentation que l'on constate dans la violence de l'explosion, quand on diminue la self-induction, est due à l'accroissement simultané de l'amortissement et de l'amplitude du courant; la fréquence tend à produire un effet inverse.

PHYSIQUE. — *Sur le frottement intérieur des solides aux basses températures.* Note [1] de MM. C.-E. **Guye** et V. **Freedericksz**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans un travail antérieur, MM. C.-E. Guye et S. Mintz [2] ont étudié, par l'amortissement des oscillations de torsion, le frottement intérieur d'un certain nombre de métaux, et cela entre des limites assez étendues de températures.

Pour tous les métaux étudiés, le décrément augmentait très rapidement avec l'élévation de température. L'allure des courbes qui représentent ce décrément en fonction de la température présente même quelque analogie avec les courbes de tension de vapeur, comme si tout ou partie du frottement intérieur était dû à la présence d'un nombre toujours plus grand de molécules libres susceptibles de donner lieu à un frottement soit entre elles, soit avec les molécules fixes (frottement analogue à celui des liquides ou des gaz).

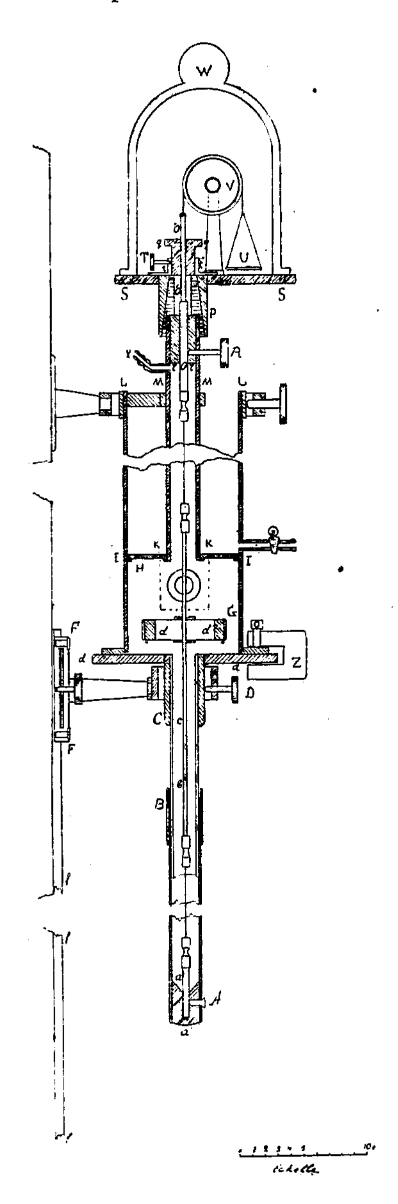
En présence de ces résultats, il était naturel de rechercher si le frottement intérieur ne serait pas une propriété qui tendrait à disparaître au fur et à mesure qu'on s'approche du zéro absolu, c'est-à-dire d'un état solide plus

---

(1) Présentée dans la séance du 29 novembre 1909.

(2) *Archives des Sc. phys. et nat.*, t. XXVI, 1908, p. 136 et 263.

parfait. Quelques expériences préliminaires effectuées sur l'argent (¹) sem-



blèrent confirmer d'abord cette manière de voir. Mais les expériences dont nous présentons aujourd'hui les résultats, tout en montrant le plus souvent

(¹) *Archives des Sc. phys. et nat.*, t. XXVI, 1908, p. 679.

une diminution considérable du frottement intérieur, ont révélé cependant une complexité plus grande dans l'allure des phénomènes.

L'appareil, dans lequel on peut faire le vide, est représenté par la figure 1; le fil en expérience est disposé presque sans traction à la partie inférieure; les oscillations (1° à 2° d'amplitude) sont enregistrées photographiquement; les fils ont été recuits dans le vide entre 200° et 500°.

En observant l'amortissement des oscillations sous l'action du fil de suspension seule, puis sous l'action simultanée des deux fils, on peut calculer le coefficient d'amortissement relatif au fil d'expérience.

C'est ce coefficient C_0, réduit au cas d'amplitudes infiniment petites, qui figure dans le Tableau suivant:

		ARGENT.	ALUMINIUM.	OR.	MAGNÉSIUM.	FER.	QUARTZ.
	Longueur....	17cm,2.	17cm,3.	17cm,5.	17cm,3.	17cm,3.	17cm,3.
	Diamètre.....	0mm,6006.	0mm,4872.	0mm,608.	0mm,5904.	0mm,3083.	0mm,612.
100°	C_0...........	**55,78**	**54,84**	**21,40**	**62,26**	**1,165**	»
	$a \times 10^5$.......	11,32	0,525	37,1	2,33	0	»
	T...........	1″,808	2″,820	1″,828	2″,554	3″,747	»
	$N \times 10^{-11}$....	2,713	2,403	»	1,740	7,952	»
50°	C_0...........	**33,02**	**13,86**	**7,506**	**18,60**	**0,3830**	**18,51 (?)**
	$a \times 10^5$.......	13,33	0,26	11,3	0,450	0	1,60
	T...........	1″,770	2″,755	1″,814	2″,502	3″,736	1″,407
	$N \times 10^{-11}$.....	2,834	2,530	»	1,818	7,964	2,259
0°	C_0...........	**20,88**	**1,638**	**4,654**	**6,630**	**0,2510**	**0,971**
	$a \times 10^5$.......	7,19	0	5,63	0	0	4,69
	T...........	1″,759	2″,714	1″,819	2″,488	3″,710	1″,408
	$N \times 10^{-11}$.....	2,872	2,610	»	1,840	8,133	2,255
— 80°	C_0...........	**5,020**	**0,3116**	**4,462**	**4,490**	**0,1499**	**1,163**
	$a \times 10^5$......	13,72	2,14	6,91	0,887	0	13,9
	T...........	1″,724	2″,670	1″,805	2″,445	3″,679	1″,415
	$N \times 10^{-11}$.....	2,993	2,705	»	1,911	8,298	2,233
—196°	C_0...........	**1,636**	**0,2030**	**8,126**	**8,128**	**0,08404**	**1,023**
	$a \times 10^5$.......	48,8	4,73	5,73	0	0	1,93
	T...........	1″,694	2″,622	1″,792	2″,402	3″,658	1″,425
	$N \times 10^{-11}$....	3,175	2,813	»	1,983	8,403	2,201

C_0 coefficient d'amortissement réduit aux amplitudes infiniment petites;
a coefficient de variation de C avec l'amplitude;
T période d'oscillation;
N second module d'élasticité.

Il résulte de ces chiffres :

1° Que, pour tous les points observés, l'argent, l'aluminium et le fer ont un coefficient C_0 qui va en diminuant quand la température s'abaisse; pour l'aluminium en particulier, *le coefficient* C_0 *est* 274 *fois plus faible à la température de l'air liquide qu'à celle de l'eau bouillante*.

Il ne semble pas cependant (autant qu'on peut en juger par l'allure de cette décroissance) que le coefficient C_0 tende à s'annuler au zéro absolu. Toutefois, lorsque l'amortissement est si petit, il devient difficile de savoir si une partie de l'amortissement n'est pas due à une communication de force vive aux supports du fil.

2° Pour le magnésium et l'or, le coefficient C_0 s'abaisse jusqu'au point — 80° pour se relever au point — 196°. S'agit-il là, comme pour le fer à 200° (1), d'un relèvement passager de la courbe? Seules des expériences à température plus basse pourront en décider.

3° Pour tous les corps étudiés la variation de C_0 avec l'amplitude est nettement linéaire ou nulle, mais le coefficient a ne suit pas toujours une marche parallèle à celle du coefficient C_0 (voir argent et aluminium).

4° Enfin tous les modules d'élasticité des métaux augmentent quand la température s'abaisse; pour le quartz, c'est l'inverse qui a lieu.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide dithionique et des dithionates.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Pour le dosage de l'acide dithionique, on ne connaît aucun réactif permettant de le séparer de ses solutions sous une forme appropriée pour une détermination docimasique.

Dymond et Hughes (2) avaient proposé la décomposition par la chaleur, en vase clos, de l'acide ou de ses sels en solution après addition d'acide chlorhydrique et de titrer dans le liquide le gaz sulfureux libre.

Ashley (3) en 1906 a fait remarquer que cette méthode ne convenait pas à divers titres; elle n'offre, par exemple, aucune certitude au point de vue de la décomposition

(1) C.-E. Guye et S. Mintz. Aux environs de + 200° le décrément d'un fil d'acier passe par un minimum, puis par un maximum, pour décroître ensuite constamment lorsque la température continue de diminuer. Ce fait peut être constaté aussi bien pour des températures croissantes que décroissantes; il révèle l'existence de transformations qu'il serait intéressant de mettre en évidence par d'autres propriétés physiques.

(2) *Chem. News*, t. LXXI, p. 314.

(3) *Zeit. f. anorg. Ch.*, t. LI, p. 116.

complète. Il lui substitua l'attaque par l'acide sulfurique et recueillait par entraînement dans une solution titrée d'iode, à l'aide d'un courant de gaz carbonique, l'anhydride sulfureux dégagé. A la fin de l'expérience, le titre nouveau de cette solution d'iode donnait par différence la quantité d'anhydride sulfureux qui y avait été oxydée, par suite le poids d'acide dithionique décomposé.

Il est évident que ce dernier mode de dosage, malgré les écueils qu'il présente, suffit souvent; il peut conduire cependant, pour de petites quantités notamment, à des erreurs relatives importantes. Aussi ai-je préféré, en oxydant l'acide dithionique, ramener le problème à un dosage d'acide sulfurique.

Dans ce but, j'ai essayé l'action, en vase ouvert et en vase fermé, de l'eau régale ainsi que du chlorate de potasse en présence de l'acide chlorhydrique ou nitrique sur une solution à 0,4 pour 100 de dithionate de soude *pur* $Na^2S^2O^6 + 2H^2O$ et seulement légèrement effleuri.

En *vase ouvert* (une fiole conique avec un simple verre de montre posé sur l'orifice), j'ai constaté tout d'abord que, même après 3 heures de douce ébullition, l'oxydation était encore incomplète dans un mélange formé par 50^{cm^3} de la solution de dithionate ($0^g,2$) avec 30^{cm^3} d'eau régale (à 2^{vol} d'acide nitrique et 1^{vol} d'acide chlorhydrique concentrés) ou avec 20^{cm^3} d'acide nitrique (36° Bé) et addition de temps à autre d'un peu de $KClO^3$; 20 pour 100 de l'acide dithionique étaient restés inaltérés.

En vase clos, les résultats sont certainement meilleurs; cependant ils ne permettent pas non plus d'avoir la certitude absolue de pouvoir toujours réaliser l'oxydation totale.

J'ai vérifié, en effet, qu'il y a intérêt à opérer en présence du minimum d'eau, car l'oxydation d'un poids donné d'acide dithionique par un même volume d'eau régale, préparée par quantités égales d'acides HCl et NO^3H concentrés, est d'autant moins complète que la solution de dithionate est plus étendue, puisque, pour le même temps de chauffe, le poids de sulfate de baryum obtenu diminue avec l'augmentation de la dilution. La stabilité de l'acide dithionique est en effet beaucoup plus grande qu'on ne l'admet généralement.

Ainsi, ayant dissous les $0^g,2$ de dithionate dans 10^{cm^3} d'eau seulement, et ayant chauffé cette solution avec 24^{cm^3} d'eau régale en tube scellé à 100° pendant 9 heures, le dosage de l'acide sulfurique (¹) formé n'a fourni

(¹) Pour ce dosage, avant de précipiter par le baryum, on a eu soin de chasser d'abord par évaporation au bain-marie la plus grande quantité des acides HCl et NO^3H, et ensuite de neutraliser par de l'ammoniaque la majeure partie de ce qu'il en restait.

que $0^g,3787$ de $BaSO^4$ au lieu ([1]) de $0^g,3960$ que donne le procédé d'oxydation par voie sèche, auquel j'ai été conduit en présence de toutes les incertitudes inhérentes à la méthode par voie humide.

Dans ce *procédé par voie sèche*, on ajoute à la solution exempte de sulfates et de sulfites, dont la séparation préalable est d'ailleurs facile, un mélange à poids égaux de nitrate et carbonate alcalins, de 12 à 15 fois le poids de l'hyposulfate, qu'on peut déterminer approximativement par un essai préliminaire, en prenant le poids du résidu d'évaporation de 2^{cm^3} à 3^{cm^3} de la liqueur. S'il se produit un précipité, qui indique la présence d'un métal autre que l'un des métaux alcalins, on filtre et on lave. On évapore ensuite à siccité, dans un vase de platine de préférence, placé sur une capsule de porcelaine.

Vers la fin quand la masse s'épaissit, on diminue la flamme et l'on couvre l'orifice du vase avec un verre de montre pour parer aux projections. En renversant à ce moment, sur le creuset de platine, un entonnoir qui lui constitue comme une étuve et le protège contre le refroidissement extérieur, on régularise la température de la masse saline et l'on aide à sa dessiccation. Lorsqu'elle est complète, ce qu'on reconnaît à la cessation de frémissement dans le vase de platine, on augmente à nouveau la température et l'on chauffe à fusion pâteuse pendant 10 à 15 minutes. Pour le cas de grandes masses, on peut même amener à fusion par l'action directe mais ménagée de la flamme; et si la quantité de dithionate est un peu notable, on aperçoit sous le verre de montre des vapeurs nitreuses, indice du phénomène d'oxydation. L'avantage du verre de montre est de permettre de suivre l'opération, la température n'étant pas assez élevée pour déformer le verre, puisqu'il est inutile de dépasser 400° à 450° au fond du vase à fusion.

On reprend la masse par l'eau, et le liquide alcalin reçu dans une fiole de Bohême est acidifié légèrement par l'acide nitrique et chauffé jusqu'à 100° pour chasser le gaz carbonique et les vapeurs nitreuses. Il ne reste qu'à précipiter à chaud par le nitrate de baryum en léger excès. Le précipité filtré après plusieurs heures de repos est lavé séché, calciné et pesé.

Par cette méthode, j'ai obtenu dans trois dosages successifs, portant chacun sur 50^{cm^3} de la solution de dithionate cristallisé $Na^2S^2O^6 + 2H^2O$ à $0^g,4$ pour 100,

$$BaSO^4 = 0^g,3962 \rightarrow 0^g,3959 \rightarrow 0^g,3961.$$

L'accord est assez parfait pour qu'on puisse tenir la méthode pour rigoureuse.

([1]) Le poids est un peu plus fort que celui que doivent fournir $0^g,2$ de dithionate cristallisé et pur, parce que le sel était légèrement effleuri.

CHIMIE MINÉRALE. — *Chloroiridates et chloroiridites d'argent et de thallium.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Gautier.

J'avais préparé des chlorosels d'iridium et d'argent ou de thallium (1), dans l'espoir d'en dériver directement les iridodisulfates correspondants; ce projet n'a pu être réalisé (2); par contre, les chlorosels en question ont par eux-mêmes fourni la matière d'observations intéressantes : un chloroiridite d'argent est connu, mais la plupart des données qui le concernent sont inexactes. Par une circonstance heureuse, l'étude des propriétés des chlorosels de thallium, qui, eux, n'étaient pas connus, est venue étayer des opinions plus justes sur les sels d'argent.

Chloroiridates. — On sait, d'après Claus (3), que l'action du nitrate d'argent sur le chloroiridate de potassium est des plus remarquables; le mélange des solutions de ces deux sels engendre un précipité d'un beau bleu indigo qui pâlit rapidement et devient jaunâtre; le précipité final est du chloroiridite d'argent $IrCl^6Ag^3$. Il est aisé, avec Claus, d'écrire l'équation globale

$$IrCl^6K^2 + 3NO^3Ag + \frac{1}{2}H^2O = IrCl^6Ag^3 + 2NO^3K + NO^3H + \frac{1}{2}O;$$

mais il est permis de ne pas être d'accord avec lui sur l'explication de la coloration du début. Au nombre des hypothèses que Claus a produites est celle-ci : l'hydroxyde d'iridium (qui est bleu) se précipite en même temps que du chlorure d'argent en lui communiquant sa coloration, puis il perd de l'oxygène pour passer à l'état de sesquioxyde et devient alors seulement capable de décomposer une partie du chlorure d'argent pour former du chloroiridite. Claus a fait encore, sous toutes réserves d'ailleurs, d'autres hypothèses dont la plupart peuvent être démontrées expérimentalement inexactes et qu'il serait trop long de discuter ici.

Il m'a paru bien plus simple d'admettre que le précipité bleu était le chloroiridate d'argent $IrCl^6Ag^2$, mais que ce sel, en raison de la facilité avec laquelle les chloroiridates passent à l'état de chloroiridites, pouvait réagir sur l'excès de sel d'argent (ce qui était le cas de Claus) :

$$IrCl^6Ag^2 + NO^3Ag = IrCl^6Ag^3 + NO^3 \text{ (soit } NO^3H + \tfrac{1}{2}O).$$

Effectivement, si l'on opère avec des proportions de sulfate ou de nitrate d'argent correspondant à $IrCl^6M^2 + SO^4Ag^2$ ou $2NO^3Ag$, on obtient un précipité bleu plus

(1) M. Delépine, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. III, 1908, p. 758.

(2) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 785.

(3) C. Claus, *J. f. prakt. Chem.*, 1re série, t. XLII, 1847, p. 348.

durable, persistant plus d'une heure en solution étendue et plus de 2 jours en solution très concentrée. Malheureusement, ce précipité est si fin qu'on ne peut guère le récolter; toutefois, en présence de sulfate de potassium, on l'agglomère assez pour pouvoir le recueillir et l'essorer. Il serait cependant difficile de l'avoir pur pour en faire l'analyse, car il se décompose spontanément; mais cette décomposition indique précisément la nature du précipité; il suffit, en effet, de placer celui-ci dans l'eau froide pour le voir peu à peu se transformer en chloroiridite d'argent jaunâtre, tandis que de l'acide chloroiridique se diffuse dans l'eau et la colore de plus en plus.

Si l'on se contente de laisser se décomposer sans filtration préalable le précipité formé, par exemple, avec $IrCl^6Na^2 + SO^4Ag^2$, on retrouve, après que le précipité bleu s'est métamorphosé, exactement le tiers de l'acide chloroiridique du chloroiridate. Le chloroiridate d'argent bleu a réagi alors sur lui-même, comme j'ai supposé qu'il réagissait sur le nitrate dans l'équation citée plus haut :

$$2IrCl^6Ag^2 + IrCl^6Ag^2 = 2IrCl^6Ag^3 + IrCl^6(\text{soit } IrCl^6H^2 + O).$$

J'ai eu le soin de constater la présence réelle du gaz oxygène que Claus avait seulement supposée.

L'existence d'un chloroiridate d'argent bleu m'a paru bien plus naturelle encore, lorsque j'eus reconnu que les sels de thallium donnaient aussi un précipité d'une teinte autre que celle des chloroiridates alcalins (qui sont rouge brun à jaune en solution). Le chloroiridate de thallium $IrCl^6Tl^2$ est formé de très petits cubes absolument opaques, insolubles; il est d'un vert bleu très foncé, presque noir. Lorsqu'on le produit en solutions étendues, il teinte le liquide en un vert bleu moins beau que le bleu indigo fugace du sel d'argent, mais permanent et assez intense pour constituer une nouvelle réaction colorée des sels thalleux et des chloroiridates. L'acide chlorhydrique bouillant le dissout en le décomposant en chloroiridite thalleux $IrCl^6Tl^3$ qui cristallise par refroidissement, en même temps que du chlorure irideux reste en solution. L'ammoniaque le décolore à froid.

Chloroiridites. — Suivant Claus (*loc. cit.*), le chloroiridite d'argent se changerait au contact de l'ammoniaque en une poudre cristalline jaune verdâtre ayant encore la composition $IrCl^6Ag^3$. En réalité, il se forme un chloroiridite d'argent-diammonium de couleur olive, $IrCl^6(NH^3.NH^3Ag)^3$. Comme ce sel perd à peu près toute son ammoniaque par chauffage, il suffit que Claus ait cherché à le dessécher pour avoir retrouvé la formule primitive. En perdant son ammoniaque, le chloroiridite perd aussi sa belle couleur olive et prend la teinte terreuse des chloroiridites en poudre fine; il prend aussi cette teinte à l'air, bien qu'il gard alors une partie de son ammoniaque.

L'acide chlorhydrique décompose le chloroiridite d'argent avec formation de chlorure d'argent et de chlorure irideux.

Le chloroiridite de thallium $IrCl^6Tl^3$ s'obtient sous forme de poudre olivâtre pâle, soit par les réactions citées plus haut, soit plus simplement en décomposant un chloroiridite trimétallique par un sel de thallium soluble. Il se dissout dans environ 100 parties d'acide chlorhydrique bouillant et en cristallise par refroidissement en belles lamelles d'un vif éclat bronzé; il est insoluble dans l'eau. L'acide nitrique bouillant lui arrache un tiers de son thallium en le transformant en chloroiridate vert bleu foncé.

En résumé, si les chloroiridites d'argent et de thallium ont les couleurs des chloroiridites alcalins, il n'en est plus de même des chloroiridates qui ont des teintes bleues au lieu des couleurs rouges ou brunes des chloroiridates alcalins. Ceci paraîtra moins extraordinaire, si l'on se rappelle que les bromoiridates alcalins sont bleus aussi (1).

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Calcul des poids atomiques : solution de l'équation de condition.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par M. Georges Lemoine.

Soient (2) ε l'écart (en millièmes de l'unité) du poids atomique; e l'excès analytique et Δ la variation (en unités de la cinquième décimale du rapport R); alors l'équation de condition sera

$$\Sigma \varepsilon \Delta = 100 e.$$

Soit m le nombre des éléments dans la réaction; la *méthode ex æquo* donne

(1) Birnbaum, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXXXIII, 1865, p. 161, et Gutbier, *D. chem. G.*, t. XLII, 1909, p. 3905.

(2) Mêmes notations que dans la Note du 28 juin 1909, page 1762 :

« La donnée expérimentale est la moyenne ρ des *rapports analytiques* des deux poids p et q déterminés par le travail de laboratoire (par exemple chlorure d'argent et argent).

» Les formules chimiques P et Q des composés de poids p et q donnent le *rapport atomique* R en prenant dans ces formules les *poids atomiques absolus* (en nombres ronds). Pour l'accroissement de 0,1 de chacun des poids atomiques, ce rapport R s'accroît de la variation Δ....

» *L'excès analytique* e est la différence $(\rho - R)$.

» On appelle ε l'écart entre le poids atomique trouvé et la valeur absolue (en nombres ronds, soit pour le chlore et l'argent les nombres 35,5 et 108). »

pour chacun de ces éléments l'écart

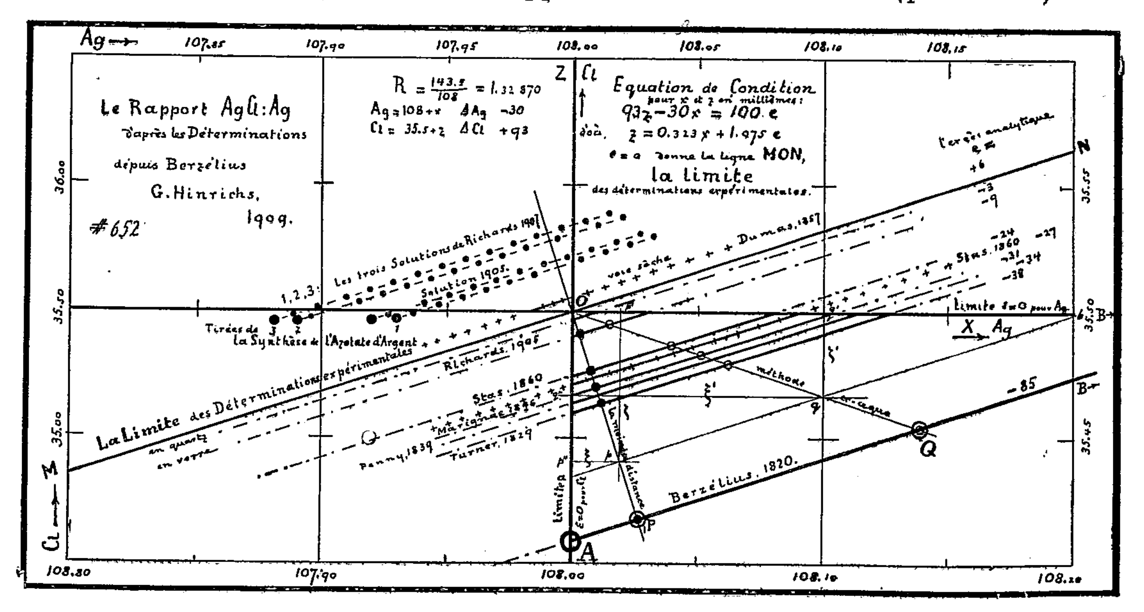
$$\varepsilon = \frac{100\,e}{m\Delta}.$$

Dans une comparaison des déterminations diverses pour le même élément, on détermine finalement les erreurs constantes.

L'équation de condition étant une indéterminée, il est impossible d'en déduire une solution directe; mais par des tâtonnements incessants nous avons enfin obtenu une solution simple et assez générale pour satisfaire la pratique.

Prenons comme exemple les résultats des quarante-deux déterminations du rapport (AgCl : Ag) faites depuis Berzélius et dont nous avons donné les valeurs (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 58-60).

Nous en présentons ici le graphique complet. On voit comment les déterminations se sont graduellement approchées de la limite MON (pour $e = 0$).



Tout les points de chacune de ces droites parallèles satisfont à l'équation de condition correspondante; mais on comprend aisément que les continuations infinies de ces droites, en dehors du quadrant AOB, n'appartiennent pas au problème chimique. Nous n'avons que les lignes tirées de OA à OB à considérer. Nous trouvons ainsi les quatre solutions suivantes :

Solution I : sur l'axe OA, en posant $x = 0$ (Ag); c'est jeter toute l'erreur sur le chlore (z).

Solution II: sur l'axe OB, en acceptant $z = O$ (Cl) et jetant toute l'erreur sur l'argent (x).

C'est l'une ou l'autre de ces deux *solutions extrêmes* que l'on a employée avant nous.

Solution III: sur la ligne OP, perpendiculaire sur la direction du système de droites parallèles, ce qui donne la *moindre distance* de l'origine O (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 717; *Moniteur scientifique*, 1907, p. 738).

Solution IV: sur la ligne OQ, la bissectrice qui divise tous les triangles (comme aOb) en deux parts d'égale surface (le nombre d'éléments étant deux). On voit aisément que les écarts ξ' et ξ' et les paramètres Oa et Ob proportionnels aux variations Δ donnent le même produit, remplissant ainsi la condition de la méthode *ex æquo* (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 60; t. CXLVIII, 1909, p. 1762).

Les paramètres Oa *et* Ob *sont le double des écarts trouvés :* $Oa = 2\xi'$, $Ob = 2\xi'$. On tire la droite ab, laquelle doit passer par le point q (ξ', ξ'). Ainsi on trouve les solutions *ex æquo* (IV) sur OQ. Tirant la perpendiculaire OP sur le système des parallèles, on a le lieu des solutions III.

Conclusion finale. — Les solutions vraies de l'indéterminée sont donc comprises entre les limites III et IV, c'est-à-dire dans le champ POQ.

L'optimum de précision. — La distance PQ (ou mieux l'angle POQ) dépend de l'angle OAP et sera nulle pour OAP $= 60°$, c'est-à-dire pour l'égalité des variations de x et de z. Dans ce cas, la solution de l'indéterminé est unique et de la plus haute précision, la réaction chimique étant *très aiguë*.

Réactions émoussées. — Plus l'angle OAP diffère de 60°, plus la distance PQ entre les solutions III et IV sera considérable. Enfin l'écart devient réellement indéfini et il sera impossible de déterminer le poids atomique avec précision. Exemple : le tellure (Lenher) (voir Hinrichs, *Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 484-485).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la nécessité de préciser les réactions. Application à la réduction du sulfate sodique par le charbon.* Note de M. **A. Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, t. CXLIX, p. 736), M. Baubigny me reproche d'avoir, à l'article *Argent* du Traité de Moissan, indiqué « qu'à l'ébullition un excès de sulfite alcalin dédouble l'azotate d'argent en sulfate et métal libre », et il signale un autre mode de décomposition analogue à celui que M. Spring a découvert en étudiant les hyposulfites

des métaux lourds. Je n'ai certainement pas contrôlé par de nouvelles expériences les travaux cités dans mon article bibliographique, mais j'en ai indiqué les sources, de sorte que la responsabilité des faits ne doit pas m'être imputée. Toutefois, j'admets avec M. Baubigny que l'on généralise parfois trop vite les réactions chimiques, et cela d'autant plus volontiers que, depuis longtemps, je m'élève contre l'imprécision de certaines réactions classiques.

Je rappelle à ce sujet que j'ai montré [1] que la formule qui exprime le déplacement des oxydes métalliques par la potasse en excès

$$SO^4M + 2KOH = SO^4K^2 + M(OH)^2$$

dépend des conditions de l'expérience ; si le métal est du cuivre, du zinc ou du manganèse, on peut obtenir des sels basiques qui impliquent une polymérisation des bases, soit par une valence métallique supérieure à 2 (O : Zn = Zn : O), soit par fixation spéciale de l'acide sulfurique sur l'oxyde divalent (M = O).

Même dans le domaine de l'analyse élémentaire, les chimistes expérimentés constatent des nuances dans les réactions caractéristiques ; ces nuances, qui sont dues à la température, à la proportion des corps réagissants, etc., impliquent une perturbation dans la réaction. C'est ainsi que j'ai trouvé qu'une dissolution étendue d'hyposulfite sodique ne dépose pas toujours du soufre en présence d'acide chlorhydrique. Versé goutte à goutte lentement dans ce réactif bouillant, le soufre réagit aussitôt sur l'acide sulfureux résultant de la décomposition, et il l'oxyde :

$$SO^2 + 2H^2O + S = SO^4H^2 + H^2S.$$

En somme l'histoire de nombreux corps usuels est incomplète et ne répond plus aux exigences de la Chimie actuelle. Je prendrai comme exemple le sulfate de soude.

Lorsqu'on veut savoir dans quelles conditions ce sel est réduit par le charbon, on ne trouve rien de précis sur cette opération, si importante en Chimie et dans l'industrie. La température de réduction et l'allure de la réduction sont mal précisées. Berthelot indique bien 1000°, mais il constate l'intervention de la silice des récipients.

Pour éliminer cette cause de perturbation, j'ai repris l'étude de cette question en chauffant dans un canon de fusil protégé par une gaine de charbon des mélanges de sulfate sodique sec et de noir de fumée calciné.

---

(1) *Comptes rendus*, avril et juillet 1904.

Que l'on parte du mélange $Na^2SO^4 + 2C$ destiné à dégager CO^2 ou du mélange $Na^2SO^4 + 4C$ destiné à fournir l'oxyde de carbone CO, j'ai constaté qu'au-dessous du point de fusion de l'argent, c'est-à-dire au-dessous de 950°, la réaction est peu sensible; tandis qu'à cette température les décompositions sont rapides et uniformes [1]. Pour 18^g de sulfate sodique, le mélange $SO^4Na^2 + 2C$ dégage constamment pendant 15 à 20 minutes 180^{cm^3} de gaz par seconde; tandis que le mélange $SO^4Na^2 + 4C$ en dégage environ 400^{cm^3} par seconde dans les mêmes conditions. Ces chiffres qui n'ont rien d'absolu, et qui dépendent de la perfection des mélanges, montrent simplement que la seconde réaction est plus rapide que la première. Cette rapidité plus grande tient non seulement au plus grand nombre de points de contact entre le charbon et le sel, mais au fait que la réaction principale qui paraît être vers 950° :

$$Na^2SO^4 + 2C = Na^2S + 2CO^2$$

est troublée par l'excès de charbon. Celui-ci transforme le gaz CO^2 en un volume double d'oxyde de carbone :

$$CO^2 + C = 2CO.$$

En effet l'analyse des gaz montre que la proportion en volume des gaz dégagés $\frac{CO^2}{CO}$ dépasse 25 pour 100 dans le cas $SO^4Na^2 + 2C$. Au contraire, avec le mélange $SO^4Na^2 + 2C$ cette teneur tombe à 5 pour 100.

Voici les analyses de gaz prélevés, pendant une marche uniforme, vers 950° :

	Début.	Milieu.	Fin.
CO^2 pour 100	8,5	4	5
CO pour 100	70	91	90
Az pour 100	20	6	5

Dans ce Tableau, la forte proportion de gaz carbonique constatée au début tient probablement à l'oxygène de l'air que renfermait le tube. Il n'y a pas de différences sensibles d'une opération à une autre.

En résumé, la décomposition du sulfate sodique par le noir de fumée, peu sensible au-dessous de 950°, est rapide et uniforme à cette température quelle que soit la proportion de charbon. Avec un excès de charbon, 4C, 70 pour 100 de sulfate sont décomposés en 20 minutes et la vitesse de la réaction augmente rapidement avec la température.

---

(1) Le fer du tube a peu d'influence, car la réaction se fait aussi en creuset brasqué; mais le métal est attaqué ; c'est pourquoi je n'ai pu me servir de la pince électrique, et m'en tenir à la température de la fusion de l'argent prise pour repère.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la règle des phases.* Note de M. **J.-A. Müller**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note publiée récemment dans les *Comptes rendus* (août 1909, p. 449), M. Boulouch élève contre la démonstration, que j'ai donnée de la règle des phases de Gibbs ([1]) des critiques telles que, si elles étaient fondées, ma démonstration serait absolument inacceptable.

M. Boulouch critique d'abord le classement que j'ait fait des phases d'un système.

J'ai dit, dans ma Note, qu'un système comportant φ phases ne saurait présenter *moins* de $\varphi - 1$ surfaces de séparation entre ces phases. Deux phases, en effet, sont séparées par une surface, et l'introduction d'une nouvelle phase fournit, chaque fois, au moins une surface de plus. Quand les phases du système, ou certaines de ces phases, se trouvent divisées en plusieurs parties, le nombre des surfaces de séparation est évidemment supérieur à $\varphi - 1$. Mais on sait que l'équilibre vers lequel tend le système est indépendant de l'étendue des surfaces de séparation et, dans les limites où l'on peut négliger l'influence des actions capillaires, de la forme de ces surfaces ainsi que de la masse des phases. Au point de vue de l'équilibre, tous les systèmes comportant n corps indépendants partagés en φ phases sont donc équivalents, à une même pression et à une même température, et l'on peut toujours considérer le système où les φ phases seraient séparées par $\varphi - 1$ surfaces seulement.

Sur ce point, les objections de M. Boulouch tombent donc d'elles-mêmes.

Ce que conteste surtout M. Boulouch dans sa Note, c'est le procédé que j'ai employé pour obtenir le nombre des équations relatives au passage des n corps indépendants du système au travers des $\varphi - 1$ surfaces de séparation, procédé qui consiste à égaler, au moment de l'équilibre, les masses m et m' de chaque corps qui passent, par unité de surface et dans l'unité de temps, au travers de chaque surface de séparation, dans les deux sens.

Pour M. Boulouch, si l'on considère une surface séparant deux phases, les masses m et m' sont fonctions non seulement de la pression, de la température et de la composition des phases considérées, comme je l'admets, mais encore des différences entre les valeurs actuelles de ces facteurs et celles qu'ils auront au moment de l'équilibre : c'est là une idée bizarre, mais même s'il en était ainsi, ma démonstration ne serait pas à modifier, car cela n'introduirait pas, dans le système, de nouvelles variables indépendantes, mais simplement des fonctions de ces variables.

Le Mémoire de M. Boulouch est d'ailleurs assez difficile à analyser.

Ainsi, par exemple, sans insister sur la digression, du reste non justifiée, rela-

([1]) *Comptes rendus,* avril 1908.

tive à des considérations sur l'emploi des parois semi-perméables, ou de l'intervention des théories atomistiques qui *introduiraient des surfaces de séparation dans les équations d'équilibre* (1), je ferai seulement remarquer que M. Boulouch, après avoir dit que les masses m et m' sont fonctions des différents facteurs énoncés plus haut, affirme, quelques lignes plus loin, que ces masses ne sont fonctions ni de la pression, ni de la température, ni des concentrations, ni de quoi que ce soit, autre que la fantaisie de celui qui donne, par la pensée, cette forme mobile à l'équilibre.

Si les masses en question sont fonction des facteurs énoncés, avant que l'équilibre ne soit atteint, comme semble aussi l'admettre M. Boulouch, elles le sont encore au moment où cet équilibre, qui n'est qu'un cas particulier de l'état du système, se trouve établi et alors ces masses ne s'annulent pas nécessairement chacune séparément, comme l'admet, tout à fait gratuitement, M. Boulouch; mais ce qui s'annule toujours, dans ce cas, c'est la *différence* de ces masses, pour chaque corps considéré. De sorte que, pour un système comportant n corps indépendants partagés en φ phases, on a, quand l'équilibre est établi, les $n(\varphi-1)$ équations

$$m - m' = 0.$$

Il résulte donc, de ce qui précède, que la démonstration que j'ai donnée de la règle des phases subsiste entièrement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux β-dicétones hexaméthyléniques isomériques.* Note de M. G. LESER, présentée par M. A. Haller.

La diméthyl-1.1-cyclohexanone-3, dont j'ai donné ailleurs (2) le mode de formation, comporte deux dérivés β-acétylés : l'un, diméthyl-1.1-acétyl-2-cyclohexanone-3, que je prépare par isomérisation de l'acétylméthylhepténone, au moyen de l'acide sulfurique; l'autre, diméthyl-1.1-acétyl-4-cyclohexanone-3, que j'obtiens en condensant l'éther acétique avec la diméthylcyclohexanone, et qui, par son mode même de préparation, se trouve être une β-dicétone normale.

La dicétone d'isomérisation bout à 110°-111° sous 13^{mm}, et sa semicarbazone fond à 168°. La dicétone de condensation bout à 111°-112° sous la même pression, mais elle est solide à la température ordinaire et fond à 28°-29°. Sa semicarbazone fond à 171°.

La dicétone de condensation présente toutes les propriétés des β-dicétones, tandis que son isomère, tout en étant encore soluble dans les alcalis, ne fournit plus de sel de cuivre. Cette différence remarquable provient de ce que dans la dicétone d'isomérisation, le CH dicétonique se trouve au

---

(1) *Loc. cit.*, p. 450.
(2) *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 546.

voisinage immédiat de 1^{at} de carbone dont tous les hydrogènes sont substitués : c'est à cette structure particulière qu'elle doit la propriété de réagir avec les organo-magnésiens, propriété qui fait défaut à la dicétone de condensation et, d'une façon générale, à toutes les β-dicétones normales.

Tandis que la réaction du méthyliodure de magnésium sur la dicétone de condensation ne présente aucune netteté et qu'on retrouve le produit primitif inaltéré en grande partie, les résultats sont au contraire tout à fait concluants avec la dicétone d'isomérisation. La réaction se passe entre 1^{mol} de méthyliodure et 1^{mol} de dicétone et, quel que soit l'excès d'organomagnésien mis en œuvre, il est impossible d'intéresser les deux groupements fonctionnels.

Le produit que j'ai obtenu ainsi cristallise en belles aiguilles prismatiques fusibles à 88°-89°; il bout à 232° sous 750^{mm} sans aucune altération et répond à la composition $C^{11}H^{20}O^2$. Il n'a plus aucune réaction dicétonique : c'est un alcool tertiaire cétonique, que l'acide sulfurique à 20 pour 100 déshydrate aisément à l'ébullition et transforme en une cétone $C^{11}H^{18}O$, non saturée puisqu'elle décolore le brome en liqueur chloroformique.

Cette cétone qui est une diméthyltétrahydroacétophénone bout à 207°-208° sous 745^{mm} et possède une odeur de menthe très prononcée; ses autres constantes physiques sont

$$D_{15°} = 0,935,$$
$$n_D = 1,4776.$$

L'oxydation hypobromique la transforme en un acide incomplet avec dépôt abondant de bromoforme, ce qui montre que la cétone renferme le groupement $CO - CH^3$ et que, par conséquent, c'est le carbonyle du noyau qui a réagi sur le méthyliodure de magnésium, tandis que le CO externe est resté indifférent à ce réactif.

L'oxydation permanganique m'a donné un acide $C^8H^{14}O^4$ fusible à 86°. Comme les deux acides αα et ββ-diméthyladipiques fondent tous les deux à ce même point, il n'a pas encore été possible d'assigner exactement sa place à la double liaison, et il reste à établir si l'élimination de 1^{mol} d'eau dans l'alcool tertiaire

```
  CH³    CH³
     \  /
      C
    /1 \
CH²|6  2|CH — CO — CH³
CH²|5  3|C< OH
    \4 /    \ CH³
     CH²
```

se fait entre les atomes de carbone 2 et 3 ou bien 3 et 4.

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude des formations latéritiques.* Note de M. **H. Arsandaux**, présentée par M. A. Lacroix.

L'étude chimique et microscopique des produits de la décomposition latéritique met en évidence la production, aux dépens des éléments feldspathiques des roches, de produits silicatés essentiellement alumino-potassiques, comparables aux micas, de kaolinite, d'alumine hydratée, alors que les éléments colorés, silicates ou minerais, fournissent essentiellement du sesquioxyde de fer à des degrés variés d'hydratation.

Je me propose, comme suite à un travail précédent sur ces éléments constitutifs des latérites, d'étudier les variations de composition chimique qu'ils présentent au cours de la latéritisation; au préalable, je présenterai parmi les observations géologiques que j'ai recueillies sur les formations latéritiques, soit au Soudan, soit au Congo, celles qui sont de nature à éclairer les recherches chimiques dont j'exposerai ultérieurement les résultats.

Toutes les formations latéritiques que j'ai examinées permettent d'observer à la base, superposées à la roche dont elles dérivent, deux zones principales que distinguent nettement des caractères structurels.

La première zone, contiguë à la roche originelle, en reproduit exactement la structure; elle en constitue une véritable pseudomorphose; les feldspaths de la roche fraîche y sont remplacés par une matière blanche, constituée d'un mélange des produits alumineux dont il a été question plus haut, et les éléments colorés, par du sesquioxyde de fer hydraté.

La seconde zone, superposée à la première, est dépourvue de tout ordonnancement de ses éléments constitutifs; c'est une masse argileuse, assez uniformément colorée en jaune rougeâtre ou en rouge plus ou moins vif, dont la composition moyenne est assez semblable à celle de la formation qu'elle recouvre (elle renferme, en particulier, à peu près la même proportion de grains de quartz primaire, dans le cas de latérites issues de roches à quartz libre).

Le passage de la première zone à la seconde est graduel; on voit, par exemple, que des schistes redressés, pseudomorphosés, ainsi qu'il a été expliqué plus haut, s'incurvent d'abord, puis se rompent à la partie supérieure de leur formation; les morceaux en résultant présentent encore des éléments minéralogiques pseudomorphosés assez bien individualisés, mais en s'éloignant encore de la roche fraîche, ces morceaux s'enrobent peu à peu dans une matière argileuse, analogue à celle qui constitue la seconde zone, perdent progressivement leur individualité, en même temps que leur

caractère structurel devient de plus en plus indistinct; bientôt on est en présence d'une roche argileuse à peu près homogène, on est à la base de la seconde zone.

Ces observations montrent que la seconde zone ne correspond pas à un produit de remaniement des roches altérées qu'elle recouvre, mais qu'elle résulte simplement du tassement de roches ayant présenté antérieurement les caractères de la première zone actuelle.

Ces deux zones, que j'ai généralement observées, sont surmontées d'une formation superficielle dont la nature varie suivant les conditions de gisement.

Dans un pays très accidenté, cette formation ne constitue, à proprement parler, qu'une modification assez locale de la seconde zone, dont elle représente le produit de lessivage par les eaux de ruissellement ; il s'y fait une concentration des éléments inaltérables de la roche originelle (grains de quartz primaire généralement), et aussi de rognons de quartz secondaire, ainsi que de débris de roches émergeant parfois des terres latéritiques. Quant aux parties ténues qu'entraînent les eaux, elles se déposent après avoir cheminé plus ou moins longtemps dans les thalwegs, et sont ainsi l'origine des latérites alluviales.

A en juger d'après les collections géologiques du Muséum d'Histoire naturelle, c'est ce genre de formation superficielle qui existe dans la majeure partie du Congo français proprement dit ([1]); pour ma part, je l'ai très généralement observé dans le bassin de l'Ogooué ; cependant, en quelques endroits de ce bassin, caractérisés au point de vue topographique par la nature relativement plane et horizontale de leur sol, cette formation fait place à une carapace d'aspect scoriacé, constituée d'un mélange en proportions variables de sable, d'alumine hydratée et d'argile, cimentés par de l'oxyde de fer hydraté colorant assez uniformément toute la masse en rouge brun. Cette sorte de croûte ferrugineuse est tout à fait analogue à celle qui s'observe à la surface des formations latéritiques de bien des régions intertropicales, et l'on sait, en particulier, qu'elle joue un rôle géologique important dans les régions soudanaises (Sénégal, Soudan, bassin du Chari), où elle constitue, notamment, le revêtement des hauteurs *tabulaires* si caractéristiques de certaines parties de ces régions.

J'ai eu l'occasion d'étudier cette formation dans le bassin supérieur du Haut-Sénégal, dans des conditions particulièrement favorables, grâce aux nombreux puits d'exploitation aurifère des indigènes, qui, dans certaines

---

([1]) C'est-à-dire la partie française du bassin du Congo et le bassin de l'Ogooué, territoire qui, je l'ai montré antérieurement, présente une certaine unité géologique.

hauteurs tabulaires, traversent complètement les différentes zones latéritisées.

J'ai constaté que les deux zones inférieures décrites précédemment existent encore ici, mais qu'elles sont surmontées d'une formation très spéciale, aboutissant par des modifications successives à la croûte ferrugineuse superficielle.

A la base, cette formation présente un aspect vaguement conglomératique; elle est constituée d'une matière friable dans laquelle on distingue des parties à contour imprécis, les unes de couleur claire, jaunâtres, rougeâtres ou blanches, les autres d'un rouge brun plus ou moins vif. Au fur et à mesure que l'on se rapproche du jour, l'individualité de ces diverses parties s'accentue, les claires tendent à devenir blanches, les autres à prendre une couleur de limonite; en même temps, on observe que, les parties claires restant toujours friables, les parties brunes deviennent de plus en plus cohérentes et tendent à former une masse d'un seul tenant, à la manière d'une très grossière éponge dont les vides seraient remplis par la matière blanche friable.

A ce dernier état, abstraction faite de ses parties claires, la roche présente exactement l'aspect de la croûte superficielle, et je considère que celle-ci en dérive immédiatement par disparition plus ou moins complète de la matière blanche friable, qu'entraînent mécaniquement les eaux de ruissellement.

Les faits qui viennent d'être exposés me portent à admettre que, dans les formations latéritiques à affleurement relativement plan et horizontal, il se produit une individualisation progressive du fer. Cet élément, qu'entraînent par voie de dissolution des eaux imprégnant les terres latéritiques, chemine de bas en haut au milieu de celles-ci, sans doute en raison d'actions capillaires; il est insolubilisé à la surface, grâce à l'active évaporation se produisant dans les régions intertropicales; là, il peut s'accumuler et constituer le ciment d'une roche consistante pouvant résister aux affouillements des eaux de ruissellement.

BOTANIQUE. — *Sur la formation des chromosomes hétérotypiques chez l'*Asphodelus microcarpus. Note de M. **A. Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les cytologistes continuent à discuter sur les processus de formation des chromosomes de la première division des cellules mères du pollen, dite *division hétérotypique*.

Suivant Strasburger, Grégoire, et leurs élèves, le *spirème*, qui se forme après la contraction *synaptique* de la masse nucléaire, se dédouble d'abord longitudinalement, puis se partage transversalement en tronçons. Chaque tronçon représente un chromosome double, et chacune de ses deux moitiés longitudinales forme un chromosome simple. Les deux chromosomes simples de chaque paire s'écartent ensuite plus ou moins l'un de l'autre, tout en restant cependant soudés en certains points, de sorte que leur groupement prend les aspects les plus divers U, V, O, X, 8, etc., qui caractérisent le stade dit de la *diachinèse*. Suivant Farmer, Mottier, et leurs élèves, les faits se passeraient différemment : la fente longitudinale, que l'on observe dans le spirème, disparaîtrait bientôt, puis ce dernier se partagerait transversalement en tronçons ayant la forme d'anses, dont les deux moitiés en se rapprochant, se soudant, et se contournant, formeraient les aspects variés des chromosomes doubles de la diachinèse; chacun des deux côtés de l'anse formant ainsi un chromosome simple, il en résulte que les deux chromosomes dont l'association forme un chromosome double proviendraient, suivant ces auteurs, de parties situées bout à bout et non côte à côte dans le spirème.

Mes recherches ont porté sur une Liliacée très commune aux environs d'Alger, l'*Asphodelus microcarpus;* les étamines, à des états divers de développement, ont été fixés par les liquides de Flemming et de Chamberlain, et étudiées après inclusion à la paraffine, sur des coupes de 5^{μ} d'épaisseur traitées au triple colorant de Flemming.

Au stade *prosynapsis*, le noyau des cellules mères du pollen, qui remplit la plus grande partie de la cellule, renferme à son intérieur plusieurs nucléoles, fréquemment cinq, et un réseau nucléaire lâche à filaments granuleux et simples, que la contraction *synaptique* transforme en une masse compacte, spongieuse, où il est impossible de distinguer aucune structure définie.

Aucune apparence, à ces deux stades, ne vient à l'appui soit de l'existence des prochromosomes d'Overton, soit de l'hypothèse de l'union côte à côte de deux spirèmes de Grégoire et Berghs. La masse synaptique s'organise ensuite en un filament pelotonné, qui se déroule peu à peu dans la cavité nucléaire, en formant un spirème de grosseur régulière, formé de granules de chromatine inclus dans la linine, et en aucun point duquel il n'est possible de distinguer de fente longitudinale.

Le spirème se contracte en s'épaississant et subit une division transversale qui le partage en tronçons présentant souvent le forme d'anses dont les deux branches sont plus ou moins rapprochées et contournées; chacun de ces tronçons se divise ensuite longitudinalement.

Ces deux divisions s'effectuent très rapidement; lorsqu'elles sont terminées, chaque fragment isolé du spirème forme un chromosome double et chacune de ses moitiés longitudinales un chromosome simple. La fente longitudinale affecte dans les fragments du spirème des parties très variées, et cette diversité permet d'expliquer les aspects curieux de la drachinèse. Si la fente ne respecte que l'une des extrémités du chromosome double, les deux chromosomes simples restent unis par cette extrémité et leur groupement présente les aspects V, U, Y; si la fente de séparation se manifeste

seulement dans la partie médiane du fragment de spirème, les deux moitiés peuvent rester soudées aux extrémités, et figurer 0 ou, en se contournant, 8; si enfin la fente se produit en même temps aux deux extrémités, les deux chromosomes simples peuvent rester réunis par le milieu et figurer X.

Le phénomène de contraction, qui s'était traduit par l'épaississement du spirème, continue à se manifester pendant toute cette période de division, et se prolonge jusqu'à la formation des chromosomes définitifs, qui présentent la forme de petits bâtonnets légèrement arqués et groupés par paires.

En résumé, le mode de formation des chromosomes que nous venons de décrire se rattache nettement au type de Strasburger et Grégoire; mais ce qui le caractérise, c'est *l'apparition tardive* de la division longitudinale *postérieurement* à la division transversale. Je dois ajouter de plus que, en raison de la rapidité des phénomènes, j'ai dû examiner très attentivement de nombreuses coupes pour en distinguer tous les détails, et pour rejeter finalement l'opinion de Farmer et Mottier à laquelle m'avait conduit tout d'abord un examen moins minutieux des préparations.

BOTANIQUE. — *Sur la fécondation chez les prothalles de Filicinées.* Note de M. G. **Perrin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La théorie de Traube, d'après laquelle la vitesse de l'osmose et l'état d'équilibre qui dépend de celle-ci est surtout fonction de la différence des tensions superficielles des liquides en présence, trouve, d'après nos recherches, son application dans la fécondation des prothalles de Filicinées.

Les anthérozoïdes des Filicinées ont une forme spiralée et portent, comme l'a montré M. Guignard, d'assez nombreux cils vibratiles à leur extrémité. Lorsqu'on place ces anthérozoïdes dans l'eau pure de tension superficielle $= 7^{mg}, 5$, on les voit se déplacer grâce aux mouvements de leurs cils, sans changer de forme ni de volume. Si, au contraire, on les place dans des solutions de tension superficielle plus basse, les cils se meuvent plus lentement; l'anthérozoïde se déforme et grossit, et il n'est pas rare de le voir éclater par excès de turgescence.

La fécondation dans des milieux à basse tension superficielle est donc fatalement gênée; c'est ce que l'expérience nous a prouvé.

Ayant cinq semis de deux mois de prothalles de *Pteris Tremula*, nous avons laissé dans chaque semis cinquante des plus beaux échantillons à aspect nettement cordiforme, c'est-à-dire sûrement hermaphrodites.

Nous avons arrosé copieusement, au moment de la fécondation, le semis n° 1 avec

de l'eau pure et les semis suivants avec de l'eau dont nous avions abaissé la tension superficielle successivement à 7^{mg} pour le semis n° 2, à $6^{mg},5$ pour le semis n° 3, à 6^{mg} pour le semis n° 4 et enfin à $5^{mg},5$ pour le semis n° 5. Cet abaissement de tension était obtenu par des quantités infinitésimales de sels biliaires ajoutés à l'eau, ces sels étant des facteurs puissants d'abaissement de tension.

Au moment de la fructification, nos cultures étant placées dans les mêmes conditions, nous avons fait les constatations suivantes :

Dans le semis n° 1, 45 prothalles avaient été fécondés et avaient donné des jeunes fougères, dans le n° 2 il y en avait 33, dans le n° 3 il y en avait 24, dans le n° 4 il y en avait 17, et enfin 12 seulement dans le n° 5.

Que devons-nous en conclure, sinon que nombre d'anthérozoïdes dans les semis arrosés avec des liquides à basse tension superficielle ont été gênés dans leur mouvement et n'ont pu, à cause de leur volume, pénétrer dans les archégones, ou ont éclaté par excès de turgescence?

On ne saurait dire que l'apogamie a pu intervenir pour fausser les résultats, car l'apogamie ne se produit que très rarement chez les prothalles de *Pteris Tremula* et, d'autre part, ne se montre que fort tard sur des prothalles déjà âgés et non fécondés.

Cette étude, que nous avons cherché à appliquer à la germination des spores de Péronosporées, nous a conduit à établir la formule d'une nouvelle bouillie cuprique, plus économique et, d'après nous, plus active que les bouillies couramment employées pour combattre le mildew.

M. le professeur départemental d'Agriculture du Puy-de-Dôme a bien voulu en recommander l'emploi aux viticulteurs au moment des sulfatages ; nous espérons être sous peu en possession des résultats obtenus avec cette nouvelle bouillie, et nous pourrons alors publier notre travail avec documents à l'appui.

CHIMIE AGRICOLE. — *Les enduits de revêtement des particules terreuses.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. L. Maquenne.

Les grains de sable séparés du sol par simple lévigation sont généralement revêtus d'un enduit colloïdal qui disparaît quand on décape les particules terreuses avec des solutions d'acide oxalique (¹). Ces enduits jouent un rôle important dans la terre, non seulement parce qu'ils limitent les actions désagrégeantes et protègent ainsi les poussières rocheuses en

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1111.

leur assurant une plus longue conservation, mais aussi parce qu'ils sont en contact direct avec les solutions qui circulent dans le sol. Des échanges continuels se produisent entre ces solutions et les revêtements, d'où une relation assez étroite entre les compositions chimiques des uns et des autres. Je me propose dans cette Note de faire connaître la constitution physique des revêtements particulaires que j'ai séparés en traitant les dépôts sableux et limoneux par l'acide oxalique et par l'ammoniaque, dissolvant des matières humiques.

Les expériences ont porté sur seize échantillons de terres très pauvres en chaux, provenant de la République Argentine (province de Tucuman); en voici les résultats moyens :

	Enduits pour 100 de matières sableuses.
Sable grossier (déposé en 5 minutes)...........	11,20
Sable fin (déposé après 2 heures)...............	16,52
Sable surfin (déposé après 12 heures)...........	20,85

On voit que les sables, à égalité de poids, abandonnent une quantité d'enduit d'autant plus grande qu'ils sont plus fins. Cela est naturel, puisque la surface totale d'une même masse de grains augmente avec leur ténuité.

En rapportant ces nombres à 100 parties de terre fine, on trouve :

	Enduits pour 100 de terre fine.
Dans le sable grossier..........................	5,29
Dans le sable fin..............................	4,85
Dans le sable surfin...........................	2,42
Total....................	12,56

Au point de vue qualitatif, les enduits de revêtement sont en général composés des mêmes substances fondamentales : sable fin, limon et matières colloïdales de nature argileuse et humique, que l'on peut séparer par les méthodes ordinaires.

Les sables bruts, décapés par l'acide oxalique à 4 pour 100, abandonnent d'abord une quantité très appréciable de matières minérales que l'on recueille après un temps de repos égal à celui qui a été adopté pour les sables correspondants; la matière noire, les humates et humophosphates sont dégradés et donnent de l'acide humique que l'on dissout dans l'ammoniaque à 20 pour 100. Après décantation, le liquide alcalin est employé au traitement des particules sableuses et limoneuses provenant du premier traitement (produits de décapage); on en sépare les sables après 2 heures (sable fin), 12 heures (sable surfin) et 24 heures (limon). On précipite l'argile dans la liqueur

ammoniacale par le carbonate d'ammoniaque, on la recueille sur un filtre taré, enfin on dose la matière noire restée en solution par évaporation d'un volume connu ou par précipitation chlorhydrique.

Voici les résultats obtenus avec les enduits du sable grossier et du sable fin correspondant à 100^g de terre fine :

	Enduits séparés du sable.	
	Grossier.	Fin.
Matière sableuse	2,34	1,45
Limon	1,36	1,73
Argile	0,75	0,78
Humus	0,82	0,84
Total	5,27	4,80

Si nous rapprochons maintenant la composition physique de ces enduits de celle des terres dont ils sont extraits, on saisira facilement l'importance de la question qui nous occupe, et l'on verra dans quelle mesure les revêtements particulaires peuvent être les réceptacles des colloïdes du sol :

	Composition centésimale	
	de la terre.	des enduits.
Sables	81,25	37,80
Limon	10,30	30,50
Argile	3,20	15,20
Humus	1,64	16,50

Nous avons laissé de côté les débris végétaux non humifiés (2,69 p. 100) que renfermait la terre. Les matières sableuses sont beaucoup moins abondantes dans les enduits que dans la terre, et le sable grossier ne s'y rencontre jamais. Mais c'est surtout dans les proportions respectives des matières limoneuses et colloïdales qu'il faut en chercher les caractères différentiels : les enduits contiennent ici dix fois plus de matières humiques et cinq fois plus de matières argileuses que la terre totale.

A noter également que dans les enduits des sols examinés les colloïdes humiques sont généralement plus abondants que les colloïdes minéraux. Dans des terres fortes, moins riches en composés organiques, on constaterait évidemment l'inverse; la constitution des enduits, au point de vue quantitatif, dépend incontestablement de celle du sol et doit varier avec les différents milieux, en raison de leur origine et de la nature de leurs composants, sableux ou agglutinants.

ZOOLOGIE. — *Description d'un Oiseau nouveau,* Monias Benschi *E. O. et G. G., de Madagascar.* Note de M. G. **Grandidier**, présentée par M. Edmond Perrier.

En janvier 1903, mon regretté maître M. le professeur Oustalet et moi-même avons décrit, sous le nom de *Monias Benschi*, une nouvelle espèce d'Oiseaux, type d'un genre nouveau, provenant de Madagascar. Jusqu'ici, le jeune individu, une femelle, qui avait été l'objet de cette diagnose était l'unique exemplaire existant dans les collections d'Histoire naturelle; comme je viens de recevoir de M. Lescure, colon éclairé et dévoué aux recherches scientifiques, deux couples de ces animaux adultes, il m'a semblé utile d'en compléter la description extérieure tout en réservant encore, pour décider d'une manière définitive des affinités zoologiques, d'avoir reçu un exemplaire dans l'alcool qui seul permettra d'étudier le squelette et les organes internes. Les *Monias Benschi* que j'ai entre les mains sont préparés; il ne reste donc que la dépouille, heureusement en assez bon état; ces oiseaux ont été capturés dans la même région que le type, à quelques kilomètres dans l'intérieur des terres, non loin de Tuléar, port situé sur la côte occidentale de l'île. Ils vivent dans les cultures basses, bien irriguées comme le sont les champs de manioc et de patates où ils se nourrissent d'insectes; du moins l'un de ces Oiseaux qui a vécu un certain temps en captivité, vivait de chair.

L'étude sommaire que j'ai pu faire confirme le rapprochement avec les Râles, rapprochement que nous avions déjà indiqué; le bec porte de chaque côté de l'arête supérieure, à la base de la mandibule supérieure, une fossette allongée, triangulaire, avec la trace d'une petite fente longitudinale qui représente l'ouverture nasale. C'est une disposition tout à fait analogue à celles qu'on observe chez divers Rallidés tels que *Rallus*, *Aramides*, *Hypotœnidia*, *Eurypyga*, ou *Helias* qui ont cependant le bec plus droit et plus robuste et chez certains Fourmiliers de l'Amérique du Sud comme ceux du genre *Upucerthia*.

D'autre part, l'aspect de l'étui corné du tarso-métatarsien, garni de fortes scutelles sur sa face antérieure et de scutelles plus petites, mais néanmoins bien visibles, sur sa face postérieure, est absolument identique à celui du canon de la patte des Râles typiques.

Enfin la queue, qui est grande, n'est cependant proportionnellement pas

plus développée que chez l'*Eurypyga Solaris*, vulgairement désigné sous le nom de *Petit Paon des Roses*.

Les principales dimensions de ces Oiseaux sont les suivantes :

	♂	♀	♂	♀
Longueur totale	0,34 m	0,37 m	0,36 m	0,35 m
Longueur du bec, le long de l'arête supérieure (culmen)	0,04	0,04	0,38	0,39
Longueur de l'aile	0,12	0,13	0,13	0,135
» de la queue	0,14	0,15	0,15	0,145
» du tarse	0,034	0,035	0,037	0,038
» du doigt médian (sans l'ongle)	0,021	0,022	0,024	0,022
» » (avec l'ongle)	0,030	0,031	0,031	0,033
» du pouce (sans l'ongle)	0,013	0,013	0,013	0,014
» » (avec l'ongle)	0,020	0,023	0,021	0,022

Description. — Le mâle qui est signalé ici pour la première fois n'a pas les couleurs vives qu'on pouvait espérer. Les parties supérieures de la tête et du corps, les ailes et la queue sont d'un brun gris terne, virant au roux sur les flancs. Une petite raie blanche part des narines et, passant au-dessus des yeux, vient aboutir à la nuque. La gorge est d'un blanc pur, mais sur les côtés et dans la partie étalée en éventail sur le ventre, l'extrémité élargie des plumes porte une tache noire bilobée, cordiforme, ombrée de roux pâle ; les taches sont d'autant plus grandes qu'on s'approche davantage du ventre. Il y a là une disposition analogue à celle qu'on rencontre chez le mâle des *Margaroperdrix* de Madagascar. Le bec et les scutelles des pattes sont jaune clair.

Le plumage de la femelle adulte ne diffère de celui du mâle que par la gorge qui, au lieu d'être blanche, est composée de plumes dont le centre est roux et le pourtour blanchâtre. Vers le plastron, les taches noires se dessinent comme chez le mâle, mais avec moins de netteté puisque leur auréole brune est plus étendue. Le bec et les scutelles des pattes sont très claires, comme chez le mâle.

Tous les animaux étudiés présentent une usure très visible de l'extrémité des longues plumes de la queue ; ce qui indique un Oiseau coureur laissant traîner sa queue par terre, la portant comme les faisans, et non pas comme les pies ou les *Uratelornis* qui habitent eux aussi cette région de la grande île. Il faut signaler en outre un fait observé chez tous les exemplaires de *Monias*, c'est une plaque irrégulière située à la partie postérieure de la base du cou ; n'y-a-t-il là qu'une coïncidence de mauvaise préparation qui a amené la chute des plumes, comme il est probable, ou est-ce normal chez l'oiseau adulte ; la découverte de nouveaux *Monias* pourra seule trancher la question qu'il était utile toutefois de noter.

En résumé, la connaissance de ce nouvel Oiseau est importante, non seulement à cause des affinités qu'il montre avec les Fourmiliers sud-américains, mais encore parce que si, à Madagascar, on a fait depuis 25 ans des décou-

vertes très importantes en Mammalogie et en Paléontologie, pendant toute cette période, la faune ornithologique de cette île ne s'est enrichie que de trois ou quatre types nouveaux, parmi lesquels l'*Uratelornis chimæra* et le *Monias Benschi* qui fait l'objet de cette Note.

ZOOLOGIE. — *Sur les Amphibiens du genre* Euproctus *Gené*. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai signalé, voici plusieurs années, un cas intéressant, dans la distribution géographique des Poissons d'eau douce de l'Europe occidentale. La faune de ces êtres montre, surtout en ce qui concerne le midi de la France, une dualité manifeste. La région sous-pyrénéenne, malgré quelques ressemblances, diffère de l'alpine; la première est privée de plusieurs espèces qui existent dans la seconde, et, en revanche, possède des formes à elle particulières, que leurs caractères autorisent à considérer comme synthétiques et résiduelles. En résumé, les Pyrénées, pas plus que les Alpes, ne sont en cela des barrières zoo-géographiques. La faune du bassin du Rhône offre avec celles de l'Europe centrale et du nord de la France des affinités indiscutables, alors que sa correspondante du Sud-Ouest ressemblerait plutôt à celle de la Péninsule ibérique. Le massif ancien des Cévennes constituerait la limite de séparation.

J'ai poursuivi ces investigations, en les étendant aux Amphibiens urodèles, dont la dépendance est étroite vis-à-vis du milieu aquatique. Les plus caractérisés en ce sens, parmi les *Molge* (*Triton*) sont les représentants de la section des Euproctes, qui habitent les Pyrénées, la Corse et la Sardaigne.

Ce groupe est discuté : plusieurs auteurs récents, notamment Bedriaga et Wolterstorff, lui ont consacré des études détaillées. Deux opinions se présentent à son sujet : selon l'une, les formes du type *Euproctus* doivent entrer, sans plus, dans le genre *Molge*, et s'y incorporer, n'ayant pas de valeur supérieure à celle des espèces ordinaires de ce genre; selon l'autre, elles ont une qualité qui leur est spéciale et doivent s'assembler en un sous-genre distinct. A mon avis, cette seconde opinion serait juste. Il conviendrait même de l'accentuer, et de considérer ce groupe comme ayant une valeur générique complète. Les caractères invoqués par les auteurs, tirés des détails secondaires de l'organisation et de l'œcologie, seraient insuffisants à cet effet, s'ils existaient seuls. Le caractère principal, selon moi, doit être pris dans la structure des téguments, aisément appréciable sur des coupes.

Parmi les espèces propres au genre *Molge*, les unes ont les téguments

lisses, d'autres les ont granuleux ou verruqueux. D'habitude, les auteurs se bornent à ces constatations. Or, les granulations et verrues superficielles des *Molge* sont bien des papilles cutanées, dont la substance comprend toutes les parties de la peau, épiderme, derme et glandes. Mais telle n'est pas la disposition des *Euproctus*. Les granulations existent toujours chez ceux-ci, couvrant les téguments entiers avec une régularité et une uniformité que les *Molge* ne montrent pas. Ces granulations sont hautes, coniques, dures; elles justifient, par leur présence, le qualificatif spécifique d'*asper* donné à l'une des espèces. Enfin, et comme disposition la plus importante, elles équivalent à des papilles constituées par l'épiderme seul. Leur substance consiste essentiellement en un amas compact de cellules épidermiques. Leur valeur est celle d'une formation *trichoïde*. Aussi reviendrai-je ultérieurement sur leur structure, en raison de leur signification quant au système des phanères des Vertébrés.

Les auteurs décrivent au genre *Euproctus* trois espèces, selon les trois zones actuelles de répartition : *E. asper* Dugès, des Pyrénées; *E. montanus* Savi, de la Corse; *E. Rusconi* Gené, de la Sardaigne. J'incline à considérer ces trois espèces comme n'en faisant qu'une, à laquelle doit se réserver le nom le plus ancien : *E. Rusconi* Gené. Les différences invoquées sont minimes. En examinant une série d'individus provenant des Pyrénées, on retrouve, chez plusieurs, la plupart des caractères mentionnés comme propres à ceux de la Corse et de la Sardaigne, et tous les passages vers les dispositions habituelles. Inversement, la série de Corse concorde avec celle des Pyrénées, même sous le rapport de la taille : un individu de Corse mesure 127^{mm} de longueur. Il faut chercher, sans doute, la raison d'une telle constance et d'une aussi faible capacité de variation dans l'uniformité d'habitat. L'éthologie des trois espèces est identique. Les Euproctes fréquentent les eaux froides d'altitude, dans les régions montagneuses, surtout entre 1000^{m} et 2000^{m}. Ils vivent dans les petits lacs et les torrents, mais préfèrent ces derniers, et aussi bien dans les Pyrénées qu'ailleurs.

Le genre Euprocte, selon les conditions si remarquables où on le rencontre aujourd'hui, avec ses trois localisations distinctes, séparées entre elles par la mer comme par des plaines basses, doit donc être considéré comme le survivant d'une faune ancienne qui occupait autrefois un périmètre plus étendu, dont les effondrements méditerranéens ont submergé la majeure part. L'indication fournie par lui corrobore celle que donnent les Poissons des eaux douces. Les Pyrénées appartiennent à la région ibérique, jadis raccordée à l'Afrique septentrionale, comme le fut également le massif sardo-corse. Aussi retrouve-t-on, à notre époque, quelques vestiges d'une faune d'autrefois, circa-méditerranéenne, qui habitait les eaux

douces du relief continental placé à l'ouest comme au sud de la Méditerranée ancienne, et qui s'est maintenue, par ségrégation, dans certaines régions limitées, jadis liées, aujourd'hui séparées.

ZOOLOGIE. — *Diagnoses préliminaires d'Acinétiens nouveaux ou mal connus.* Note de M. **B. Collin**, présentée par M. Yves Delage.

Je veux ici caractériser brièvement, par leurs traits essentiels, quelques Acinétiens inédits qui seront décrits et figurés bientôt dans une étude d'ensemble sur ce groupe d'Infusoires. Ce sont :

1. *Acineta truncata* n. sp. — Style court; loge en cône renversé et tronqué obliquement, remplie presque en entier par le corps; la partie spéciale offre une surface concave hérissée de nombreux tentacules de longueur décroissante à mesure qu'ils sont plus près du centre. Mer; sur Copépodes.

2. *Acineta craterellus* n. sp. — Pédoncule creux, s'évasant insensiblement en une loge conique qui protège la base du corps; celui-ci est ovoïde, un peu comprimé, avec deux éminences latérales obtuses portant les tentacules. Vacuole contractile antérieure; noyau ovalaire subcentral. Mer; sur Bryozoaires.

3. *Acineta constricta* n. sp. — Style massif, rectiligne ou flexueux, inséré dans une excavation hémisphérique de la face inférieure de la loge; celle-ci, arrondie, à section transversale elliptique, porte vers le haut un étranglement particulier sur les faces latérales. Le bord supérieur tranchant donne passage à une rangée de tentacules peu nombreux, comme chez *A. emaciata* Maupas. Reproduction par un embryon interne à nombreux rangs de cils dirigés obliquement. Mer; sur les poils des pattes de *Pagurus cuanensis* Thompson.

4. *Acineta cothurnioides* n. sp. — Coque cylindroconique, pédonculée, ouverte en haut et terminée par un bord libre. Corps en poire allongée, adhérent par sa base, portant à son extrémité pointue, supérieure, cinq ou six tentacules. Mer; sur Copépodes. Il sera peut-être nécessaire de créer pour cette forme et quelques autres (*A. calix* Schröder, *A. solenophryaformis* Sand, etc.) une coupe générique nouvelle, caractérisée par la présence d'une *coque sécrétée*, à bord libre, remplaçant la *loge* des autres espèces. Je propose le nom de *Thecacineta* n. g.

5. *Acinetopsis campanuliformis* n. sp. — Loge brièvement pédonculée, campanuliforme, à section hexagone, ornée de six côtes longitudinales saillantes et presque entièrement remplie par le corps dont le sommet proéminent porte cinq ou six tentacules très longs, très contractiles, sans cesse en mouvement. Mer ; sur Copépodes.

6. *Rhynchophria palpans* n. g. n. sp. — Style plutôt court, massif; corps ovalaire allongé avec une face plus plane et l'autre plus convexe (d'où *symétrie bilatérale :* ce cas est extrêmement rare chez les Acinétiens adultes). La face aplatie du corps porte vers le haut une petite fossette d'où sort par instants un tentacule unique, remar-

quablement long et terminé en entonnoir, s'agitant et explorant en tous sens, puis disparaissant tout à coup. Eau douce; sur *Hydrophilus piceus* L.

7. *Dactylophrya roscovita* n. g. n. sp. — Style court; corps piriforme avec ébauche de loge à la base et portant à son extrémité supérieure élargie environ 15 digitations en forme de bouteille (caractéristiques du nouveau genre) surmontées chacune d'un court tentacule capité. Mer; sur Hydraires, à Roscoff.

8. *Ophryodendron reversum* n. sp. — Corps porté sur un pédoncule sinueux; forme elliptique, très comprimée latéralement; le sommet souvent tronqué peut bourgeonner à la fois 1 à 3 vermiformes. Noyau ovoïde; tentacules rarement visibles, unis en un faisceau serré, *dirigés* vers le bas. Mer; sur Copépodes.

9. *Hallezia Buckei* (Kent sp.) ne peut conserver ce nom : Sand a créé le genre *Hallezia* pour des Acinétiens dépourus de loge, fixés par un « bourgeon cytoplasmique ». Or, *H. Buckei* possède une loge véritable; elle est fixée directement par l'extrémité inférieure atténuée de celle-ci et devra constituer, avec certains *Acineta* auxquels manque également un style proprement dit (*A. linguifera* Cl. et L., *A. urceolata* Stokes, etc.), un nouveau genre intermédiaire entre les genres *Acineta* et *Solenophrya*. Je propose le nom de *Periacineta* n. g.

GÉOLOGIE. — *Le quartz secondaire des minerais de fer oolithique du Silurien de France et son remplacement en profondeur par du fer carbonaté.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. H. Douvillé.

L'analyse, tant chimique que minéralogique, des minerais oolithiques siluriens de notre pays accuse la présence d'une proportion souvent élevée de silice, dont une partie figure à l'état de grains de quartz d'origine secondaire.

Tout minerai de fer oolithique silurien se décompose en oolithes noyées dans un ciment d'importance variable, et le plus souvent à l'exclusion de débris organiques, reconnaissables à première vue. Aucun de ses éléments essentiels n'échappe au phénomène de quartzification.

Le quartz secondaire des oolithes a son gisement favori au centre des corps oolithiques sur l'emplacement des noyaux. Le même gîte réunit une série d'oolithes dont les unes ont un nucléus de quartz et les autres un noyau de sidérose, avec une infinité d'intermédiaires entre les deux types. Le quartz apparaît d'abord au sein des noyaux de fer carbonaté, à l'état de menus éléments qui s'accroissent peu à peu et finissent par prendre toute la place de la sidérose. Il est rare que ce dernier minéral ait été éliminé dans sa totalité; de petites inclusions tantôt clairsemées, tantôt innombrables,

sont restées au milieu du quartz, comme autant de témoins de son origine secondaire.

Le développement du quartz, dans la portion des oolithes caractérisée par une structure concentrique, est un phénomène peu répandu. J'ai noté tous les stades d'envahissement entre le grain de petite taille et l'agrégat qui épigénise le corps oolithique tout entier. La silicification des oolithes aboutit, mais très rarement, à la genèse d'ovoïdes de quartz d'une seule et même orientation optique.

Le quartz secondaire est représenté en éléments de la taille des grains de sable dans le ciment d'un nombre très notable de minerais. Leurs dimensions uniformes, la régularité de leurs contours et jusqu'à leur répartition donnent le change, au premier abord, sur leur origine. Les nombreuses inclusions qu'ils renferment toujours, telles que la sidérose, la bavalite, le fer oligiste et d'autres encore, empruntées sans exception aux minerais dont ils font partie, ne laissent aucun doute quant à leur origine à la fois secondaire et *in situ*. Lorsque la quartzification de la gangue est poussée très loin, les grains de quartz, au lieu de rester isolés, se soudent et donnent naissance à de petites plages de quartzite.

Le quartz qui envahit ainsi toute la roche, avec une apparence parfois clastique, est non seulement d'origine secondaire, mais tardive. Le fait ressort indubitablement de la nature même de certains minéraux qu'on y trouve englobés et de ses relations avec les différents composés ferrugineux qui l'entourent. Le quartz secondaire emprisonne de la pyrite de fer et de la limonite qui sont par excellence, et dans tous les gîtes étudiés, des minéraux formés sous l'influence d'actions météoriques ; de plus, il moule tous les éléments avec lesquels il est en contact, y compris la pyrite et la limonite.

Deux faits sont désormais acquis : une grande quantité de quartz secondaire s'est substituée à de la sidérose, et l'épigénie en question est à ce point tardive que le quartz a pu s'incorporer, dans les minerais de surface, des substances comme la limonite dont la genèse réclame le concours des eaux superficielles.

Ceci posé, étudions la distribution verticale du quartz dans un gisement tel que celui de La Ferrière-aux-Étangs (Orne). Au voisinage de la surface, les grains sont relativement nombreux ; dès qu'on s'en éloigne, on les voit se charger de sidérose en quantité d'autant plus grande que la profondeur augmente. Ils cèdent bientôt la place à des éléments de sidérose avec inclusions de quartz ; celles-ci se raréfient peu à peu, et à une centaine de mètres du sol les grains de quartz sont en majeure partie remplacés par des grains de sidérose ; il y a même à cette profondeur des échantillons qui ne sont plus du tout quartzifiés. La teneur en quartz secondaire est donc nettement

fonction de la distance à la surface. Tel est le fait important mis en lumière par l'analyse micrographique des minerais non métamorphiques de la presqu'île armoricaine.

Il en découle une conséquence pratique qui est la conclusion naturelle de cette note préliminaire. La disparition progressive du quartz secondaire en profondeur sera compensée par un enrichissement équivalent en fer carbonaté. Les récentes études auxquelles je me suis livré me permettent d'affirmer qu'il en sera de même pour tous les minerais siluriens non métamorphiques de l'Armorique.

M. G. **Hyvert** adresse deux Notes intitulées : *Nouveau dispositif pour l'expertise rapide des eaux d'alimentation et des couches ou terres filtrantes suspectes*, et *Contribution à la synthèse des alcaloïdes.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. Th.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 novembre 1909.

Paul Fliche (1836-1908), *sa vie et ses œuvres*, par Ch. Guyot, avec un portrait hors texte. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1909; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. R. Zeiller, au nom de Mme veuve Paul Fliche.)

Cours du Collège de France : *Leçons sur le calcul des variations*, professées par J. Hadamard, recueillies par M. Fréchet; t. I : *La variation première et les conditions du premier ordre. Les conditions de l'extremum libre.* Paris, A. Hermann et fils, 1910. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Le Mont-Saint-Michel au péril de la... terre, par Marius Vachon. Paris, Plon-Nourrit et Cie, [1909]; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Revue des Cours et Conférences; 18e année, 1re série, année scolaire 1909-1910, nº 1, 18 novembre 1909. Paris; 1 fasc. in-8º.

Mémoires de la Société d'Agriculture. Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; 2e série, t. XI, 1907-1908. Châlons-sur-Marne, 1909; 1 vol. in-8º.

Dominion astronomical Observatory : *Report of the chief astronomer, for the year ending march* 31, 1907. Ottava, 1908; 1 vol. in-8º.

Ephemerides astronomicas para o anno de 1910, *calculadas para o meridiano do Real Observatorio astronomico da Universidade de Coimbra.* Coïmbre, 1909; 1 vol. in-8º.

Astronomische Abhandlungen der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, herausgegeb. v. Direktor, Dr R. Schorr; Bd. I. Hambourg, 1909; 1 vol. in-4º.

Veröffentlichungen der königlichen Sternwarte zu Bonn, herausgegeb. v. Direcktor Friedrich Küstner, nº 9. Bonn, Friedrich Cohen, 1909; 1 fasc. in-4º.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique; nouvelle série : *Physique du Globe;* t. IV, fasc. 2. — *Annales astronomiques;* t. XII, fasc. 1; travaux publiés par les soins de G. Lecointe, directeur scientifique du Service astronomique. Bruxelles, Hayez, 1909; 2 fasc. in-4º.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made of the Royal Observatory, Greenwich, in the years 1905-1906, under the direction of Sir W.-H.-M. Christie, Astronomer royal. Edimbourg, 1907-1908; 2 vol. in-4º.

Photo-heliographic results 1874 *to* 1885, *being supplementary results from photographs of the Sun taken at Greenwich, at Harvard College, U. S. A., at Melbourne, in India, and Mauritius, in the years* 1874 *to* 1885 : *and measured and reduced at the Royal Observatory, Greenwich*, under the direction of Sir W.-H.-M. Christie, Astronomer royal. (Appendix to the *Greenwich Observations*, 1905.) Edimbourg, 1907; 1 vol. in-4º.

Greenwich photo-heliographic results, 1905. Edimbourg, 1907; 1 fasc. in-4º.

Astrographic Catalogue, 1900. *Greenwich Section;* t. II. Dec. + 72º to + 90º. Edimbourg, 1908; 1 vol. in-4º.

Observations of the planet Eros 1900-1901, *for determination of the solar parallax, from photographs taken and measured at the Royal Observatory, Greenwich*, under the direction of Sir William-Henry-Mahoney Christie, Astronomer royal. Edimbourg, 1908; 1 vol. in-4º.

Annals of the Cape Observatory; t. II, parts 5 and 6; t. XII, part 4; pub. under the direction of Sir David Gill, his Majesty's Astronomer at the Cap of Good Hope. Edimbourg, 1907; 3 fasc. in-4º.

Catalogue of 1680 *stars for the equinox* 1900,0, *from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, during the years* 1905-1906, under the direction of Sir David Gill, with introduction by S. S. Hough. Edimbourg, 1907; 1 fasc. in-4º.

Astrographic Catalogue 1900,0, *Oxford section, dec.* + 24º *to* + 32º, *from photographs taken and measured at the University Observatory, Oxford*, under the direction of Herbert Hall Turner, Savilian Professor of Astronomy; t. I-IV. Edimbourg, 1906-1908; 4 fasc. in-4º.

Meteorological observations at stations of the second order, for the year 1905; with frontispice map. Edimbourg, 1909; 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the Geological Survey of India; t. XXXVII, parts 1-3 : *The manganese-ore deposits of India*, by L. LEIGH FERMOR. Calcutta, 1909; 3 vol. in-4°.

Atti della Fondazione scientifica Cagnola, t. XXII, anno 1909. Milan, 1909; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 NOVEMBRE 1909.

Remarques sur les Dipsacacées, par M. PH. VAN TIEGHEM. (*Annales des Sciences naturelles*, 9e série, t. X, p. 138-200, 1909.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Traité élémentaire de Chimie, par L. TROOST, Membre de l'Institut, et ED. PÉCHARD; 15e édition, entièrement refondue et corrigée, avec 548 figures dans le texte. Paris, Masson et Cie, 1910. (Hommage des auteurs.)

Bref och skrifvelser af och til CARL VON LINNÉ, med understöd af Svenska staten, utgifna af Upsala Universitet; Första afdelningen, del III. Stockholm, 1909; 1 vol. in-8°.

Ιωαννης Λαμαρκ και το εργον στου, par Αθανασιος E. Τσακαλωτος. Athènes, 1909; 1 fasc. in-8°.

Problèmes et exercices de Mathématiques générales, par E. FABRY. Paris, A. Hermann et fils, 1910; 1 vol. in-8°.

Nouvelle méthode de prévision du temps, par GABRIEL GUILBERT, avec une préface de BERNARD BRUNHES. Paris, Gauthier-Villars, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle, pour le Concours du prix Victor Raulin de l'année 1910.)

Traité général de Viticulture : Ampélographie, publiée sous la direction de P. VIALA et V. VERMOREL. Tome I : *Ampélographie générale*, par PIERRE VIALA. — Tome VII : *Dictionnaire ampélographique*, par PIERRE VIALA. Paris, Masson et Cie, 1909, 1910; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard.)

La cure radicale de la hernie inguinale, Leçons professées à l'Hôtel-Dieu, par le Dr LUCAS-CHAMPIONNIÈRE; avec 53 figures dans le texte. Paris, G. Steinheil, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Les eaux minérales, milieux vitaux. Sérothérapie artificielle et balnéothérapie tissulaire par leur injection dans l'organisme, par C. FLEIG, avec 16 figures dont 15 hors texte. Paris, A. Maloine, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

La Pisciculture en France de 1884 *à* 1900 *: L'aquarium du Trocadéro. L'enseignement municipal de pisciculture. Les Sociétés de pêche; l'initiative privée*, par le Dr JOUSSET DE BELLESME; Ouvrage précédé du rapport d'ABEL HOVELACQUE et d'une lettre du Dr H. THULIÉ. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1909; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Henneguy.)

Analyses agricoles : Terres, engrais, fourrages, produits des industries agricoles, par R. GUILLIN; introduction par le Dr REGNARD. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1910; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Th. Schlœsing.)

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse; Bd. LXXXIV, 1909. Vienne, 1 vol. in-4°.

Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid. Tomo XV : *Moluscos terrestres y marinos de Espana*, de J.-G. Hidalgo (continuacion). Madrid, 1909; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

—

(Séance du 29 novembre 1909.)

Note de M. *E. Rengade*, Sur la forme théorique des courbes de refroidissement, etc. :

Page 992, ligne 2, *au lieu de*

$$\frac{kk'}{k-k'}\frac{kc\,L_2}{(ky+c)^2}dy,$$

lisez

$$\frac{1}{k-k'}\frac{k^2c\,L_2}{(ky+c)^2}dy.$$

Même page, ligne 6, *au lieu de*

$$\dots + kk'L_1 = kk'cL_1,$$

lisez

$$\dots + kL_1 \quad kcL_1.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 DÉCEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que la Séance publique annuelle aura lieu le lundi 20 décembre, à 1 heure.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Aménagement du grand télescope de Meudon pour la photographie des comètes. Application à la comète de Halley.* Note de M. **H. Deslandres.**

Le grand réflecteur de Meudon (1^m d'ouverture et 3^m de distance focale) est un instrument puissant qui convient pour l'étude des astres faibles, et en particulier des astres à diamètre apparent tels que les nébuleuses et les comètes. Ses parties principales, à savoir le miroir parabolique et la monture métallique, sont de bonne qualité. Mais, jusqu'à présent, il a été appliqué presque exclusivement aux astres fixes, étoiles et nébuleuses; car il était privé des organes qui sont en général utiles ou nécessaires pour la photographie des astres mobiles, planètes et comètes; j'ai cherché à combler cette lacune au moins partiellement, autant que le permet le budget restreint de l'Observatoire.

Avec cet instrument, la photographie de l'astre est faite au foyer même du grand miroir, et, pendant la pose, on le maintenait au même point de la plaque, en suivant une étoile voisine de cette plaque avec l'organe de l'observation oculaire, du type newtonien. Ce dernier comprend un prisme mobile à réflexion totale, un microscope-véhicule de champ très peu étendu et un réseau de gros fils noirs fixé invariablement à ce microscope.

C'est avec ce dispositif rudimentaire que Rabourdin, depuis dix ans, et aussi pendant quelques mois Tikhoff ont obtenu de belles photographies de nébuleuses et d'amas d'étoiles qui ont été en partie publiées. Ce résultat met en relief la patience et l'habileté des observateurs, mais non la valeur du dispositif lui-même, qui d'ailleurs est en défaut avec les astres mobiles que l'on ne peut à la fois suivre et photographier.

Nous avons, il est vrai, obtenu l'année dernière avec le télescope de belles épreuves de la comète Morehouse 1908 *c*, très riches en fins détails, mais simplement parce que la comète, par un hasard heureux, avait justement l'éclat qui permet d'avoir une image complète avec une pose inférieure à 5 minutes. Dans cet intervalle de temps, le mouvement propre de la comète est négligeable; mais, avec une comète moins brillante et une pose plus longue, le défaut signalé reprend toute sa valeur.

Pour remédier à ces inconvénients, j'ai fixé au tube télescopique une lunette-viseur, placée dans une position commode et munie de tous les accessoires utiles. La lunette-viseur remplit d'autant mieux son effet qu'elle est plus puissante; par raison d'économie, nous avons utilisé un objectif de $0^{m},15$ d'ouverture et $2^{m},30$ de distance focale qui existait dans la collection de l'Observatoire. L'oculaire, qui est à large champ, dépasse la partie basse du télescope et est facilement accessible; il est porté, ainsi que le réticule éclairé électriquement, par une coulisse double dont les mouvements sont à angle droit et réglés par des vis sans jeu munies de tambours divisés.

La lunette-viseur est portée par deux séries de colliers robustes en acier, placés les uns au Nord, les autres au Sud, et fixés à la partie centrale du tube télescopique, qui est la plus solide. Les conditions sont telles que les flexions de la lunette et du tube télescopique sont à peu près les mêmes. De plus, à la lunette correspond un tube-contrepoids de même diamètre, qui entre dans les mêmes colliers et porte l'ancien chercheur de 8^{cm}. Le tube-contrepoids et la lunette-viseur, qui ont exactement le même poids, peuvent être échangés rapidement, et l'on peut ainsi donner à la lunette la position la plus commode pour l'observation.

Cependant l'emploi de cette lunette entraîne une modification dans le mode de suspension du grand miroir. Ce dernier n'est pas fixé invariablement à la monture; il repose simplement sur des couvertures dans un barillet plus large que lui. Cette disposition évite pour lui toute pression, mais elle comporte des déplacements fréquents du miroir, que la lunette-viseur ne peut rectifier. Aussi, dans la combinaison nouvelle, est-il néces-

saire de fixer le miroir à sa monture. Nous y sommes arrivés avec des butoirs en cuivre poussés contre le miroir par des vis qui sont mues de l'extérieur et peuvent être retirées à volonté. L'expérience indiquera si ce dispositif simple influe sur la qualité des images.

Quoi qu'il en soit, avec ces additions, l'observateur peut suivre aisément un axe fixe ou mobile et placer son image photographique au point le plus convenable de la plaque. Il peut même photographier un astre mobile dont le mouvement propre est exactement déterminé. Il suffit suivant la méthode connue de donner au réticule maintenu sur une étoile fixe un mouvement égal et contraire à celui de l'astre mobile.

C'est ainsi que j'ai pu les 6, 7 et 8 décembre dernier, aidé par Rabourdin ou Idrac, photograplier la comète de Halley, qui n'est pas visible ou est difficilement visible avec la lunette-chercheur et même avec le microscope-véhicule. Les poses ont varié de 5 minutes à 1 heure. Avec la pose de 5 minutes le noyau apparaît nettement; une pose plus longue décèle autour du noyau une nébulosité allongée dans une direction opposée au Soleil.

Nous nous proposons de faire avec le télescope deux séries de photographies cométaires : une série à faible pose qui donne la position de la comète et une série à pose longue capable de déceler toutes les dépendances du noyau et de la queue.

Plusieurs autres perfectionnements sont à prévoir pour ce grand télescope. En particulier, il conviendra de changer l'appareil d'observation oculaire, ainsi que l'anneau circulaire qui le porte, et de leur adjoindre un spectrographe spécial capable d'utiliser la grande concentration de la lumière. Mais ces additions sont coûteuses et exigent un crédit spécial.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note préliminaire sur le spectre de la comète de Halley*, par MM. **H. Deslandres** et **A. Bernard**.

Nous avons obtenu récemment à Meudon le spectre de la comète de Halley avec les appareils simples déjà employés pour la comète Morehouse 1908 *c*, et fixés à la monture équatoriale Eichens de l'Observatoire. Ces appareils qui sont fixés invariablement entre eux et à l'équatorial sont : 1° une chambre prismatique en verre ultraviolet avec un prisme de 22° et un objectif large de $0^{m},10$ (rapport d'ouverture $\frac{1}{3}$) ; 2° une chambre pho-

tographique ordinaire de $0^m,08$ (rapport d'ouverture $\frac{1}{8}$); 3° une lunette-viseur avec objectif de $0^m,15$.

Tous ces objectifs sont de petite dimension et ne permettent pas de voir ou de suivre la comète qui a un mouvement propre notable. Nous avons pu cependant la photographier, elle et son spectre, en ajoutant à la lunette-viseur une coulisse double, à mouvements rectangulaires, qui porte l'oculaire et le réticule éclairé. L'observateur maintient le réticule sur une étoile voisine, avec les mouvements lents de l'équatorial, et en même temps lui impose avec les coulisses un déplacement égal et contraire à celui de la comète. L'image de la comète est ainsi maintenue sur le même point de la plaque.

Cette méthode déjà connue suppose que la position et le mouvement propre de la comète sont déjà déterminés et calculés, ce qui est justement le cas. Elle nous a donné de bons résultats.

En novembre, le temps a été constamment mauvais; mais, les 6 et 8 décembre, nous avons eu deux soirées assez belles et sans lune, qui ont fourni chacune, avec les appareils énumérés ci-dessus, une image de la comète et une épreuve de son spectre. Le 6, la pose a été de 2 heures, et le 8, plus longue, de 3 heures; mais les épreuves du 6 sont les plus intéressantes.

A notre connaissance, une seule publication a été faite jusqu'à présent sur le spectre de la comète, et par W. Wright qui l'a obtenu le 22 octobre à l'Observatoire Lick avec le grand réflecteur Crossley de $0^m,60$ et un spectrographe sans fente ([1]). Le spectre a été trouvé à Lick faible et absolument continu, sans indication de lignes ou de bandes brillantes, et l'auteur ajoute que la faiblesse du spectre et la nature du spectrographe ne permettent pas de reconnaître des lignes noires. Dans ces conditions, la lumière cométaire pouvait être rapportée uniquement à la diffusion des rayons solaires.

Par contre, sur les épreuves de Meudon, malgré la faiblesse de la dispersion, le spectre a des discontinuités nettes; sur un fond légèrement continu, apparaissent, surtout du côté de l'ultraviolet, des condensations bien distinctes.

Ces condensations ont pu être relevées très grossièrement en longueurs d'onde, par comparaison avec les spectres stellaires voisins. On n'avait pu naturellement juxtaposer un spectre stellaire de comparaison, comme on le fait d'ordinaire avec les comètes visibles dans la lunette-viseur. On a

---

([1]) Voir *Lick Observatory Bulletin*, n° 167.

seulement repéré tant bien que mal les points marquants du spectre cométaire, en prolongeant les lignes voisines qui représentent dans l'image ordinaire et dans le spectre le déplacement des étoiles par rapport à la comète. Or deux condensations de l'ultraviolet ont été trouvées voisines des bandes λ 388 et λ 391,45 de la comète Morehouse, qui ont été rapportées au cyanogène et à l'azote illuminés électriquement. Mais la mesure est trop peu précise pour permettre aucune conclusion [1].

De plus, le 6, l'image de la comète offrait un noyau à peu près circulaire, duquel se détachaient des rayons courbes, peu brillants, mais nets et comparables aux antennes d'un insecte ou encore aux deux branches d'une fourche à deux dents. La direction de ces rayons est telle qu'il semble difficile de les attribuer à la seule force répulsive émanée du Soleil. Le 7, ces appendices n'étaient plus visibles et, d'une manière générale, l'éclat de la comète paraissait avoir diminué.

En résumé, ces premières observations montrent que la comète a déjà une lumière propre, qui même est due en partie à des gaz incandescents.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur une généralisation de la méthode de Jacobi.* Note de M. **H. Poincaré**.

On sait que la méthode de la variation des constantes permet de résoudre un problème de Dynamique quand on sait résoudre un autre problème de Dynamique plus simple, mais très peu différent. Mais il est avantageux de résoudre ce problème approché simple par la méthode de Jacobi, afin que les équations conservent la forme canonique. On peut rencontrer pour cela des difficultés, et c'est ce qui m'est arrivé quand j'ai voulu appliquer cette méthode à la théorie de la précession et de la rotation des corps solides; j'ai été ainsi conduit à généraliser un peu la méthode de Jacobi.

Soit un système dynamique à n degrés de liberté, dont la situation est définie par n coordonnées x_i; nous appellerons T l'énergie cinétique, et U l'énergie potentielle, $T + U = F$ l'énergie totale; nous poserons $y_i = \frac{dT}{dx'_i}$

(1) En corrigeant ces épreuves, nous avons sous les yeux un autre spectre semblable de la comète, obtenu le 13 décembre. Le noyau a donné un spectre continu plus intense que les jours précédents; et les condensations ultraviolettes sont plus larges, étant émises évidemment par la luminosité qui, dans les images ordinaires de la comète, entoure le noyau.

et nous aurons les équations canoniques de Hamilton

(1) $$\frac{dx}{dt} = \frac{dF}{dy}, \qquad \frac{dy}{dt} = -\frac{dF}{dx}.$$

Faisons un changement de variables, en exprimant les x en fonction de $n + n'$ variables nouvelles q_k, *en nombre plus grand que celui des degrés de liberté*, et posons

$$p_k = \frac{dT}{dq'_k}.$$

Nous reconnaîtrons qu'on a l'identité

(2) $$\Sigma y\, dx = \Sigma p\, dq;$$

que les p sont liés par n' relations linéaires, de sorte que n seulement d'entre eux sont indépendants; je les appellerai les p_a; les autres, que j'appellerai les p_b, seront des fonctions des p_a, des q_a et des q_b. On pourrait se demander alors si T peut s'exprimer en fonction des p et des q; l'égalité

$$dT = \Sigma q'\, dp,$$

qui a lieu quand on regarde les q comme des constantes, nous permet de répondre affirmativement. Donc T et F peuvent s'exprimer en fonctions des p_a, des q_a et des q_b, et l'équation des forces vives peut s'écrire

(3) $$F(p_a, q_a, q_b) = \text{const.}$$

Soit maintenant S une fonction des q_a et des p_b, définie par l'équation aux dérivées partielles

(4) $$F\left(\frac{dS}{dq_a}, q_a, -\frac{dS}{dp_b}\right) = \text{const.},$$

de sorte que

(5) $$p_a = \frac{dS}{dq_a}, \qquad q_b = -\frac{dS}{dp_b},$$

et dépendent en outre de n constantes arbitraires y'_i (autant que de degrés de liberté); posons

(6) $$x'_i = \frac{dS}{dy'_i},$$

d'où

(7) $$dS = \Sigma p_a\, dq_a - \Sigma q_b\, dp_b + \Sigma x'\, dy'.$$

Le second membre de cette égalité est une différentielle exacte, si les p_b

sont regardés comme des variables indépendantes et, *a fortiori*, si les p_b sont supposés liés aux p_a par les relations linéaires dont nous avons parlé. En rapprochant (7) de (2) on voit que

$$dS_1 = \Sigma y\, dx - \Sigma y'\, dx' \tag{8}$$

est une différentielle exacte; l'identité (8) nous montre d'abord que S_1 est fonction seulement des x et des x', et qu'on a

$$y = \frac{dS_1}{dx}, \qquad y' = -\frac{dS_1}{dx'}, \tag{9}$$

équations qui définissent les x' et les y' en fonctions des x et des y. La relation (8) montre que le changement de variables est canonique et n'altère pas la forme canonique des équations. On aura donc pour le problème approché simple

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{dF}{dy'}, \qquad \frac{dy'}{dt} = -\frac{dF}{dx'},$$

équations qui s'intègrent immédiatement puisque F ne dépend que des y', et pour le problème complet où F est remplacé par F^* :

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{dF^*}{dy'}, \qquad \frac{dy'}{dt} = -\frac{dF^*}{dx'}.$$

Appliquons cette méthode à la théorie de la précession; nous prendrons

$$F^* = T + U, \qquad F = T,$$

parce que U est petit par rapport à T. Nous avons trois degrés de liberté, mais nous prendrons $n + n' = 5$ coordonnées analogues à nos variables q, qui seront :

1° L'angle φ du plan OPz, passant par l'axe Oz mobile et par un axe arbitraire OP avec le plan Oyz des yz mobiles;

2° L'angle ψ de l'axe Oz mobile et de l'axe OP;

3° L'angle χ du plan OPz, avec le plan OPZ qui passe par OP et par l'axe OZ fixe;

4° L'angle ω de OP avec OZ;

5° L'angle θ du plan OPZ avec le plan OYZ des YZ fixes.

Les variables p seront

$$\Phi = \frac{dT}{d\varphi'}, \qquad \Psi = \frac{dT}{d\psi'}, \qquad G = \frac{dT}{d\chi'}, \qquad \Omega = \frac{dT}{d\omega'}, \qquad \Theta = \frac{dT}{d\theta'};$$

elles représentent les moments de rotation par rapport à Oz, à une perpen-

diculaire à POz, à OP, à une perpendiculaire à POZ, et enfin à OZ. On peut alors exprimer T en fonction de

$$\varphi, \quad \psi, \quad \theta, \quad \omega, \quad \chi, \quad \Phi, \quad G, \quad \Theta;$$

et, en introduisant notre fonction S et ne faisant pas varier les constantes y'_i, on aura

$$dS = \Phi\, d\varphi + G\, d\chi + \Theta\, d\theta - \psi\, d\Psi - \omega\, d\Omega. \tag{10}$$

Il faut alors déterminer Φ, G, Θ, ψ et ω de façon que le second membre de (10) soit une différentielle exacte et que

$$T(\varphi, \psi, \theta, \omega, \chi, \Phi, G, \Theta)$$

se réduise à une constante; la solution doit dépendre de trois constantes arbitraires. On y parviendra en faisant

$$\left\{\begin{array}{lll} \psi = \text{const.}, & \omega = \text{const.}, & G = \text{const.}, \\ \Phi = G\cos\psi = \text{const.}, & \Theta = G\cos\omega = \text{const.}; & \end{array}\right. \tag{11}$$

ce qui introduit bien trois constantes arbitraires indépendantes G, Φ et Θ, et qui donne

$$S = \Phi\varphi + G\chi + \Theta\theta - \psi\Psi - \omega\Omega,$$
$$T = \frac{G^2}{2A} + \frac{(A - C)\Phi^2}{2AC}$$

(A et C sont les deux moments d'inertie de la Terre).

Les conditions (11) signifient que OP est l'axe des moments de rotation; et l'on en conclut

$$\Psi = \Omega = 0, \qquad S = \Phi\varphi + G\chi + \Theta\theta.$$

Les variables Φ, G, Θ jouent le rôle des y', donc $\varphi = \frac{dS}{d\Phi}$, χ et θ joueront le rôle des x'; les six variables forment donc un système canonique; et l'on a pour une fonction $F^* = T + U$ quelconque

$$\frac{d\chi}{dt} = \frac{dF^*}{dG}, \qquad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dF^*}{d\Phi}, \qquad \frac{d\theta}{dt} = \frac{dF^*}{d\Theta},$$
$$\frac{dG}{dt} = -\frac{dF^*}{d\chi}, \qquad \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dF^*}{d\varphi}, \qquad \frac{d\Theta}{dt} = -\frac{dF^*}{d\theta};$$

pour le problème approché simple où $F = T$, on a

$$\frac{d\chi}{dt} = \frac{dT}{dG} = \frac{G}{A} = \text{const.}, \qquad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{dT}{d\varphi} = \frac{A - C}{2AC}\Phi = \text{const.}, \qquad \frac{d\theta}{dt} = \frac{dT}{d\Theta} = 0.$$
$$\frac{dG}{dt} = -\frac{dT}{d\chi} = 0, \qquad \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dT}{d\varphi} = 0, \qquad \frac{d\Theta}{dt} = -\frac{dT}{d\theta} = 0.$$

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Mendeleef*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Ladenburg obtient	....	38 suffrages
M. Nernst »	....	7 »

M. **Ladenburg**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Nouvelle éphéméride de la planète Éros pour l'opposition de* 1900-1901, par M. I. Lagarde. (Présenté par M. B. Baillaud.)

2° *Atlas général de l'Indo-Chine française. Atlas de* Chabert-L. Gallois, avec une Préface de Cl.-E. Maitre. (Présenté par M. Lannelongue.)

3° *Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, d'après les naturalistes allemands*, par E.-L. Trouessart. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

MM. **Calmette, Michele de Franchis, Auguste Pettit, Édouard Surcouf, Thomas** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de comètes faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* 0m,26 *d'ouverture*). Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates 1909.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	DP apparente.	Log. fact. parall.	★.
				Comète Daniel (7 décembre).					
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 9.....	12.58.27	+1.34,65	− 8.16,3	15 : 5	6.17.11,57	$\bar{2}$,143	53.42.23,8	−0,019	1
» 10.....	10.38.59	+4.38,52	− 4.57,9	15 : 10	6.17.24,52	$\bar{1}$,494	52.57.48,7	−0,218	2

Dates 1909.	Temps moyen de Marseille.	Δ Æ.	Δ ℘.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	DP apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
			Comète de Halley.						
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 2.....	9.30.20	−0.59,33	− 0.58,7	15 : 7	4.22.26,29	−1̄,371	74.13.11,4	−0,633	3
» 3.....	10.12. 1	−5.19,20	− 0.48,7	3 : 2	4.18.11,78	−1̄,171	74.18.49,8	−0,618	4
» 4.....	10. 2.57	−0.37,94	−10.41,2	15 : 5	4.14. 2,24	−1̄,176	74.24.36,9	−0,619	5
» 5.....	9.45.57	−4.48,47	− 4.35,3	15 : 10	4. 9.51,72	−1̄,220	74.30.42,8	−0,623	6
» 8.....	9.17. 7	+1.20,10	+ 4. 3,5	15 : 10	3.56.59,93	−1̄,238	74.50.39,2	−0,629	7
» 8.....	12.24. 3	+0.45,91	+ 4.51,8	15 : 10	3.56.25,74	+1̄,256	74.51.27,4	−0,630	8
» 9.....	11. 0.41	+3.33,31	− 6.25,3	15 : 10	3.52.17,91	+2̄,597	74.58.29,1	−0,617	9
» 10.....	9.10.18	−0.30,93	+ 0.33,1	15 : 10	3.48.13,68	−1̄,191	75. 5.27,5	−0,629	10

Positions moyennes des étoiles de comparaison 1909,0.

⋆.	Gr.	Æ moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	9,0	6.15.32,80	+4,12	53.50.40,6	— 0,5	3246 Lund
2....	9,4	6.12.41,82	+4,18	53. 2.47,4	— 0,8	3223 Lund
3....	4,1	4.23.22,23	+3,39	74.14.21,1	—11,0	1189 Berlin A
4....	3,8	4.23.27,58	+3,40	74.19.49,4	—10,9	1190 Berlin A
5....	3,8	4.14.36,79	+3,39	74.35.29,5	—11,4	γ Taureau, *C. des T.* 1909
6....	3,8	4.14.36,79	+3,40	74.35.29,5	—11,4	γ Taureau, *C. des T.* 1909
7....	8,1	3.55.36,46	+3,37	74.46.48,2	—12,6	1064 Berlin A
8....	8,1	3.55.36,46	+3,37	74.46.48,2	—12,6	1064 Berlin A
9....	8,6	3.48.41,25	+3,35	75. 5. 7,4	—13,0	1132 Leipzig[1]
10....	8,6	3.48.41,25	+3,36	75. 5. 7,4	—13,0	1132 Leipzig[1]

PHYSIQUE. — *Sur l'effet photoélectrique de Hertz.* Note de M. **Eugène Bloch**, présentée par M. J. Violle.

Parmi les nombreux expérimentateurs qui se sont occupés de la déperdition de l'électricité négative par les métaux éclairés par la lumière ultraviolette, plusieurs se sont proposé de classer les métaux d'après la grandeur de leur pouvoir photoélectrique. Les listes ainsi établies, pour la plupart qualitatives, semblent coïncider en gros avec la série de Volta, les métaux les plus photoélectriques étant aussi les plus électropositifs. Mais elles sont souvent en désaccord dans le détail, lorsqu'il s'agit, par exemple, de l'ordre dans lequel doivent se succéder deux métaux voisins; de plus, celles de ces listes qui sont quantitatives fournissent des rapports numériques extrêmement variables.

Je me suis proposé de rechercher les principales causes qui peuvent influer sur la grandeur de l'effet photoélectrique et par suite sur les classifications précédentes. Parmi ces causes on connaît depuis longtemps la pression du gaz environnant, la grandeur du champ électrique de mesure, l'intensité de la lumière, le degré de poli de la surface, surtout la « fatigue » que présentent tous les métaux au bout d'un temps plus ou moins long. Mais on n'a pas assez insisté sur une autre cause de variations qui est la composition même des radiations employées. Bien que l'effet sélectif des radiations de courte longueur d'onde soit connue depuis l'origine, la plupart des auteurs se sont contentés d'utiliser la radiation globale d'une source riche en rayons ultraviolets (¹). Afin de combler cette lacune, j'ai cherché à comparer les pouvoirs photoélectriques des métaux *pour des radiations ultraviolettes de longueur d'onde bien définie*.

Je me bornerai dans cette Note à énoncer quelques résultats d'ordre général, qui me paraissent de nature à éclaircir cette question si compliquée. Les expériences, sur le détail desquelles je reviendrai ailleurs, ont été faites avec un arc au mercure en quartz du type Heraeus, dont les radiations sont analysées par un spectrographe à prismes de quartz. Les raies utilisées jusqu'ici ont été celles de longueurs d'onde 313, 280, 265, 254 (en $\mu\mu$). Les seuls métaux dont je parlerai pour le moment sont le zinc, l'aluminium et le cuivre. Ils étaient placés dans l'air à la température et à la pression ordinaires, et dans un champ de l'ordre de 100 volts par centimètre.

1. Pour un métal et une raie donnés, l'effet dépend beaucoup du degré de poli de la surface, et l'effet optimum n'est pas obtenu forcément pour le meilleur poli.

Si, aussitôt après le polissage, on étudie la variation de l'effet en fonction du temps, on constate, suivant les cas, une fatigue progressive, ou au contraire *un accroissement spontané de l'effet*, suivi ultérieurement d'une fatigue. Ce dernier phénomène, déjà rencontré par Buisson et par Von Schweidler pour le zinc amalgamé, n'est nullement exceptionnel, et j'ai pu l'observer couramment sur le zinc et le cuivre fraîchement frottés avec un émeri pas trop fin, jamais avec l'aluminium. Le maximum est atteint très vite avec le cuivre, plus lentement avec le zinc.

Les théories de l'effet Hertz devront tenir compte de son existence.

2. L'effet des diverses raies sur un même échantillon d'un métal donné est fortement sélectif, c'est-à-dire sans relation directe avec l'énergie trans-

---

(¹) Les seules exceptions notables qui me soient actuellement connues sont : 1° celle des métaux alcalins que Elster et Geitel et leurs continuateurs (en dernier lieu Hallwachs) ont pu étudier pour des régions spectrales définies, grâce à leur grande sensibilité; 2° celle des expériences de Ladenburg qui a étudié quelques métaux *dans le vide*.

portée par la radiation. Ainsi la raie 254 m'a toujours donné des effets bien supérieurs à ceux de la raie 313, pourtant bien plus intense. Ce résultat généralise et précise en même temps la propriété sélective que l'on avait reconnue depuis longtemps pour certains groupes de radiations. Ladenburg l'avait déjà signalée pour des métaux placés dans le vide.

3. *Les variations de l'effet en fonction du temps ou du degré de poli pour un métal donné sont extrêmement différentes pour les diverses raies.* En d'autres termes, le rapport des courants photoélectriques fournis par deux raies déterminées, loin de rester constant pour un même métal, peut osciller entre des limites très éloignées. Ainsi, pour le zinc et les deux raies 280 et 313, ce rapport peut aller de 6 (et même plus) à 0,50 environ, On en conclut que, dans un groupe de raies, *la raie la plus active sur un métal donné n'est pas toujours la même.*

4. Si maintenant on compare pour les mêmes raies deux métaux différents, on constate que les rapports observés pour l'un et pour l'autre ne sont nullement égaux, ni même compris entre les mêmes limites. Ainsi, pour le zinc, la raie 253 est 2 à 3 fois plus active que la raie 265. Pour le cuivre elle l'est au moins 3,5 à 4 fois. Ici encore on voit se révéler les propriétés sélectives des diverses radiations. Il en résulte cette importante conséquence que *l'ordre de deux métaux dans la liste des pouvoirs photoélectriques peut fort bien s'inverser quand on passe d'une longueur d'onde à une autre.* En fait il est facile de réaliser, par exemple, deux échantillons d'aluminium et de zinc tels que, à un moment donné, le premier soit plus photoélectrique que le second pour la raie 313, et moins que le second pour la raie 280.

On peut donc dès maintenant conclure que la classification des métaux par ordre de pouvoir photoélectrique est susceptible d'être fortement modi fiée si l'on passe d'une longueur d'onde à une autre, et qu'elle ne saurait donc avoir de sens que pour une raie déterminée. L'extension des résultats précédents à d'autres métaux ainsi que l'étude quantitative détaillée de certains cas particuliers permettront sans doute de préciser encore les conditions dans lesquelles sera possible une classification vraiment rationnelle.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de raies du calcium donné par le chalumeau oxyacétylénique.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Deslandres.

Continuant la série de nos recherches, nous avons entrepris l'étude du spectre de flamme donné par la combustion du mélange d'acétylène et

d'oxygène, flamme la plus chaude que l'on connaisse. Nous avons obtenu ainsi, à l'aide de la méthode précédemment décrite ([1]), un nouveau spectre du calcium.

Une étincelle éclate entre deux morceaux de calcium métallique placés au centre d'un ballon parcouru par l'oxygène qui, pour alimenter la flamme, va se mêler, sous pression, à l'acétylène, dans la chambre, d'assez grande capacité, d'un chalumeau du modèle employé habituellement pour le travail industriel. Les gaz s'échappent par un orifice étroit, où se produit la flamme. Celle-ci présente un cône bleu très brillant qui donne, outre les bandes bien connues du brûleur Bunsen, une série de bandes supplémentaires, réparties sur toute la longueur du spectre. Située immédiatement au-dessus du cône bleu, se trouve la partie la plus chaude et la plus lumineuse de la flamme. Une lentille projette sur la fente une image de la flamme, permettant de distinguer, les uns des autres, les spectres émis par les diverses régions.

L'intensité lumineuse de cette flamme oxyacétylénique ainsi produite est si grande, qu'elle suffit à donner, en 10 minutes de pose, avec un spectrographe très dispersif, un spectre qui est le plus riche en raies de ceux que l'on ait décrits jusqu'ici pour la flamme du calcium. Il se rapproche beaucoup de celui de l'arc.

λ.	Intensités relatives.	λ.	Intensités relatives.	λ.	Intensités relatives.
3933,83......	15	4355,41......	½	5270,45.....	3
3949,09,.....	½	4425,61......	6	5349,66.....	½
3957,23......	1	4435 { 13..... / 86..... }	8	5582,16.....	00
3968,63......	12	4454,97......	8	5588,96.....	1
3973,89......	2	4456,08......	2	5594,64.....	0
4092,83......	0	4527,17......	½	5598,68.....	00
4095,25......	½	4578,82......	1	5601,51.....	00
4098,82......	1	4581,66......	1½	5857,77.....	½
4226,91......	50	4586,12......	2	6439,36.....	½
4283,16......	5	4685,40......	00	6462,75.....	½
4289,51......	4½	4878,34......	1	6493,97.....	½
4299,14......	4	5041,93......	½	6573,3......	½ ([2])
4302,68......	8	5189,05......	½		
4307,91......	4½	52 { 61,93.... / 62,48.... }	1½		
4318,80......	6	5265,79......	1½		

Le Tableau ci-dessus contient les raies que nous avons observées dans ce spectre. Les valeurs des longueurs d'onde sont celles données par MM. Kay-

([1]) *Comptes rendus*, 17 juin 1907.
([2]) Non mentionnée par Kayser et Runge.

ser et Runge, les intensités sont évaluées d'après le système de Rowland (¹). Les identifications ont été faites à la machine à diviser, à l'aide d'un spectre de comparaison qui était celui de l'étincelle de self-induction produite entre des électrodes de calcium.

On constate, dans ce spectre, un fait remarquable : les raies du calcium semblent ne pas exister, toutes, à la base de la flamme, et ne prendre naissance qu'à une certaine distance au-dessus de l'orifice du brûleur. Les plus fortes d'entre elles, quoique visibles à la base, y sont très faibles, pour devenir très intenses lorsqu'elles ont dépassé la hauteur du cône bleu.

Dans le cas du brûleur Bunsen (où, bien entendu, le calcium est mélangé d'avance aux gaz en combustion), toutes les raies, à l'exception de la raie bleue 4227, sont exclusivement émises jusqu'à cette hauteur du cône bleu. La température, dans ce cas, n'est probablement pas suffisante, à elle seule, pour donner naissance aux raies qui, grâce à des actions spéciales (chimiques ou autres), peuvent se produire dans la partie interne. Mais si l'on augmente cette température, en substituant l'oxygène à l'air, les raies deviennent visibles dans toute la flamme. Il se peut que la température de cette dernière (gaz d'éclairage-oxygène) nous fasse déjà atteindre le point critique nécessaire à l'émission de ces raies. Si la température s'élève encore, comme dans le cas des chalumeaux oxhydrique et oxyacétylénique, elles deviennent de plus en plus intenses, tandis que d'autres viennent s'y ajouter.

Le Tableau suivant montre d'une façon frappante l'augmentation progressive du nombre de ces raies, qui se produit, dans la région comprise entre 3900 et 5000, lorsque la température subit une augmentation parallèle, dans cinq flammes différentes. (Nous y faisons abstraction des raies qu'on observe dans le bec Bunsen, exclusivement à la hauteur du cône bleu, considérant ces raies comme étant dues à des actions autres que thermiques.)

Nature de la flamme.	Nombre des raies.
Gaz d'éclairage — Air	1
Hydrogène — Air	3
Gaz d'éclairage — Oxygène	13
Hydrogène — Oxygène	18
Acétylène — Oxygène	26
Arc (d'après M. Cooper)	28
Étincelle condensée (d'après M. Cooper) (²).	30

Si, d'un autre côté, nous portons notre attention sur les raies caracté-

(¹) *Astrophys. Journ.*, t. I, 1895, p. 29.
(²) *Astrophys. Journ.*, t. XXIX, 1909, p. 333.

ristiques, *qui ne se montrent qu'à la hauteur du cône bleu*, et non dans le reste de la flamme, nous constatons un tout autre ordre de faits :

Nature de la flamme.	Nombre des raies caractéristiques entre λ3900 et λ5000.
Gaz d'éclairage — Air..........	21
Hydrogène — Air...............	9
Gaz d'éclairage — Oxygène	Dans ces deux flammes, les raies sont visibles dans toute la flamme.
Hydrogène — Oxygène.........	
Acétylène — Oxygène..........	Ces raies sont beaucoup plus fortes dans la flamme que dans le cône.

Ce Tableau montre bien comment se produit, au fur et à mesure que la température s'élève, la diminution des effets secondaires dont nous avons parlé.

Le cône de la flamme du bec Bunsen est donc le siège d'un phénomène spécial, on ne peut encore en préciser la nature; il se produit aussi, mais à un degré moindre, dans la flamme d'hydrogène et d'air. La nature de ce phénomène n'est que peu, ou pas du tout, d'ordre thermique. Le cône des trois dernières flammes ci-dessus ne possède pas les mêmes propriétés que celui des deux premières : sa constitution, dans la flamme oxyacétylénique, paraît même réfractaire à la production de ces raies qu'il émet exclusivement dans celles du mélange du gaz d'éclairage, ou de l'hydrogène, avec l'air, puisque ces raies, très affaiblies à la base de la flamme oxyacétylénique, ont une certaine intensité dans les parties plus élevées. Dans les trois autres flammes, les raies visibles dans toute la flamme, ou raies d'origine purement thermique, ont la même intensité dans toute leur hauteur.

PHYSIQUE. — *Sur un dispositif destiné à l'évaluation de très faibles différences de pression.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. Maurice Hamy.

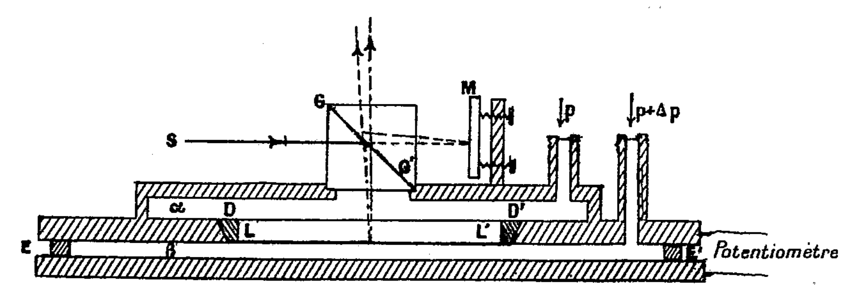
Pour mettre en évidence de très faibles différences de pression, les physiciens ont eu parfois recours à l'observation des déformations subies par des lames élastiques extrêmement ténues soumises à leur action. On a utilisé dans ce but des pellicules de caoutchouc, de collodion, de celluloïd, etc., mais les instruments ainsi réalisés, excellents en tant qu'indicateurs, se prêtent difficilement à l'exécution de mesures précises. La cause en est

dans l'irrégularité relative des propriétés élastiques de ces substances qui se modifient plus ou moins rapidement avec le temps et nécessitent l'exécution de tarages délicats.

Le dispositif que nous allons décrire ne présente pas ces inconvénients, car il permet dans bien des cas d'employer une méthode de zéro et, lorsqu'on est obligé d'opérer autrement, il se prête avec facilité à des tarages immédiats et aussi fréquents qu'il est nécessaire.

Pour le réaliser, nous avons utilisé des pellicules rendues conductrices par un dépôt d'argent, qui s'obtiennent en étendant, sur une glace argentée, du collodion ou une dissolution de celluloïd. On constate après dessiccation que, en cherchant à soulever la pellicule qui s'est formée sur l'argent, ce métal y reste adhérent et abandonne le verre en même temps qu'elle.

C'est une membrane préparée de cette manière que nous avons employée comme cloison de séparation LL' entre les cellules α et β de l'appareil représenté par le schéma ci-joint. L'anneau DD' sur lequel elle est tendue a été travaillé de manière qu'après sa mise en place la lame argentée se trouve dans le plan de la face du disque qui forme l'une des parois de la cellule β; l'autre paroi est constituée par une surface plane séparée de la première par un anneau en ébonite EE' dont les joints sont rendus étanches.



En établissant une différence de potentiel convenable entre les deux masses métalliques séparées par cet anneau, il est possible de contre-balancer, par une pression électrostatique aisément calculable, un léger excès de pression Δp du gaz contenu dans le compartiment β.

Pour appliquer cette méthode de zéro aux cas où l'excès de pression peut se produire indifféremment en α ou en β, il suffit, les pressions étant d'abord égales de part et d'autre, d'appliquer à la lame une tension électrostatique déterminée; toute variation de pression entraîne alors la nécessité d'augmenter ou de diminuer le voltage pour ramener la déformation à sa valeur initiale.

Les tarages de la lame pourront, s'il y a lieu, être exécutés en reliant les

valeurs d'une série de pressions électrostatiques convenablement graduées aux déformations correspondantes.

Pour estimer ces dernières, il est commode d'utiliser un dispositif réfractométrique. Celui qui est indiqué sur la figure est constitué par une chambre claire de Govi dont une face est mastiquée dans la paroi extérieure de la cellule α. On observe alors les franges d'interférence produites par la superposition des faisceaux lumineux émis par la source S et respectivement réfléchis sur LL′ et sur le miroir M. L'image de ce miroir par rapport au plan mi-argenté GG′ du prisme de Govi joue naturellement le rôle de plan de référence.

On peut, sans difficulté, réaliser des appareils fondés sur le principe que nous venons d'indiquer et dans lesquels une pression de 0,25 dyne par centimètre carré correspond à un déplacement d'une frange.

Comme il est tout aussi aisé de fixer sur une lame de celluloïd une demi-argenture, on conçoit qu'en employant un miroir demi-argenté pour former la paroi postérieure de β, il deviendrait possible d'appliquer à l'observation des déformations les belles méthodes interférentielles de MM. Fabry et Perot.

ÉLECTRICITÉ. — *Décharge des inducteurs. Influence du condensateur primaire et de la longueur de l'étincelle.* Note (¹) de M. E. **Caudrelier**, présentée par M. Bouty.

J'ai, dans une Note antérieure (²), exposé une théorie qui, par des considérations toutes différentes de celles qu'a développées Klingelfuss, rend compte de la présence de stries dans l'étincelle de décharge des inducteurs. Je me propose d'établir que cette théorie permet d'expliquer toutes les expériences par lesquelles Klingelfuss avait cru démontrer l'exactitude de son interprétation, et que, de plus, elle n'est pas, comme celle de Klingelfuss, en défaut dans le cas des étincelles courtes.

I. J'étudierai en premier lieu l'influence de la capacité primaire sur l'écartement des traits lumineux.

Les équations relatives à la période d'ionisation par chocs

$$aL\frac{dX}{dt} = i - KPnX, \qquad \frac{dn}{dt} = QnX^2$$

(¹) Présentée dans la séance du 6 décembre 1909.

(²) *Comptes rendus*, 22 novembre 1909.

ne sont pas intégrables, mais on peut, par des transformations géométriques, en déduire des résultats intéressants.

Discussion géométrique. — Considérons, parmi les courbes qui satisfont à l'équation différentielle

$$\frac{dX}{dn} = \frac{i - KPnX}{aLQnX^2},$$

celle (C_1) qui passe par le point M, correspondant à l'état électrique de l'air au moment où le potentiel disruptif est atteint. On voit aisément que la courbe C_1 est asymptote à l'hyperbole H ($i - KPnX = 0$) dont elle se rapproche rapidement.

Influence du courant i. — Désignons par α la quantité $1 + \frac{di}{i}$ et par C_α une courbe passant par M et ayant pour équation différentielle

$$\frac{dX}{dn} = \frac{i\alpha - KPnX}{aLQnX^2}.$$

Soient (n_{01} et N_1), ($n_{0\alpha}$ et N_α) et (N_0) les abscisses des points de C_1, C_α et de H ayant pour ordonnée X_1.

La transformation géométrique

$$n' = n\alpha^{-\frac{2}{3}}, \qquad X' = X\alpha^{-\frac{1}{3}}$$

fait correspondre à la courbe C_α une courbe C'_α ayant même équation différentielle que C_1.

Comme C_1 et C'_α sont deux courbes infiniment voisines et de la même famille, on peut écrire, en négligeant les quantités du deuxième ordre,

$$(1) \qquad dN_1 = \frac{1}{3}(2N_1 + N_0)\frac{di}{i}.$$

Influence de la longueur L. — On verrait de même que la transformation $n' = n\beta^{-\frac{1}{3}}$, $X' = X\beta^{\frac{1}{3}}$ dans laquelle β est égal à $1 + \frac{dL}{L}$ permet d'établir la relation

$$(2) \qquad dN_1 = \frac{1}{3}(N_1 - N_0)\frac{dL}{L}.$$

Intervalle entre deux traits lumineux. — Quand X est inférieure à X_0, les équations du milieu ionisé deviennent

$$(3) \qquad \begin{cases} L\dfrac{dn}{dt} = -KnX, \\ aL\dfrac{dX}{dt} = i - KPnX. \end{cases}$$

Le système (3) fournit, pour déterminer la variation du temps T s'écoulant entre

deux traits lumineux, la relation

$$(4) \qquad dT = \frac{(N_0 - N_1)}{3N_1(i - KPn_1X_0)} \qquad \left(n_1 = N_1 e^{-\frac{KX_0T}{L}}\right).$$

Donc, $N_0 - N_1$ étant négatif, dT et di sont de signes contraires.

Comme la différence de potentiel aux bornes d'un inducteur et par conséquent aussi l'intensité moyenne du courant secondaire varient en raison inverse de la capacité primaire [1], il résulte de la relation (4) que l'écartement des traits lumineux doit croître et décroître en même temps que la capacité primaire. Cette dépendance, dans laquelle Klingelfuss avait cru voir la preuve de la justesse de sa théorie, est donc une conséquence directe des équations du milieu ionisé.

II. Étudions de même l'influence de la longueur de l'étincelle.

L'égalité (4) montre que, pour une variation donnée de la capacité primaire, dT est d'autant plus grand que la quantité

$$\varpi = L\frac{N_1 - N_0}{N_1}\left(1 + \frac{N_1 - N_0}{N_0 - n_1}\right)$$

a une valeur plus élevée. En désignant par ρ la résistance de l'étincelle, par R la résistance des conducteurs secondaires et en tenant compte des relations (1) et (2), on parvient à établir que $d\varpi$ est égal à

$$\frac{N_1 - N_0}{N_1}\left[1 + \frac{1}{3}\left(\frac{\rho}{R+\rho} + 1\right)\frac{N_0}{N_1}\right]\frac{dL}{L};$$

il en résulte donc que ϖ croît avec L.

Ainsi, si l'on considère deux inducteurs identiques, sur le secondaire desquels sont intercalées deux coupures de longueur différente, à une variation donnée de la capacité primaire correspondra, dans la plus longue étincelle, une modification de l'écartement des stries lumineuses plus considérable que dans l'étincelle courte.

Conclusions. — En résumé, cette théorie permet d'expliquer : 1° que dans le cas de courtes étincelles, l'écartement des traits lumineux reste sensiblement constant, lorsqu'on modifie la capacité primaire; 2° que la distance de ces traits lumineux varie d'une façon très appréciable, quand il s'agit de longues étincelles.

---

(1) Klingelfuss, *Ann. der Phys.*, 4e série, t. V, p. 858 et 859.

Au contraire, la théorie de Klingelfuss prévoit une variation de l'écartement des stries qui serait à peu près indépendante de la longueur de la coupure et j'ai montré précédemment (¹) que cette conclusion n'est pas conforme à l'expérience.

PHYSIQUE. — *Sur la variation de la conductibilité du verre avec la température.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. Villard.

Il est une foule de circonstances où l'emploi du verre comme isolant entre une électrode reliée à une paire de quadrants d'un électromètre sensible et un anneau de garde est particulièrement commode, à cause des propriétés spéciales du verre [température élevée du ramollissement, possibilité de souder le platine pour construire des tubes à vide, transparence, etc.]. Les études antérieures sur la conductibilité du verre ayant été faites en créant dans le verre un champ électrique élevé, il m'a paru intéressant de reprendre la question au point de vue spécial que je viens de signaler, c'est-à-dire en soumettant le verre à un champ électrique très faible.

Dans une même perle de cristal lavée à l'acide chromique et à l'eau distillée sont soudés deux fils de platine dans le prolongement l'un de l'autre (distance des extrémités 13^{mm}); l'un des fils est relié au sol et l'autre à une paire de quadrants d'un électromètre Curie. Sur l'échelle placée à 1^{m} environ, la déviation de l'aiguille pour 1 volt est de 36^{cm}. L'un des plateaux d'un condensateur, relié à la même paire de quadrants que le platine isolé, permet de mesurer la sensibilité à une variation de charge; une vitesse de déplacement de l'image de 1^{mm} par seconde correspond à un courant de 3.10^{-13} ampère environ. La perle de cristal, avec le tube de garde relié au sol, qui l'entoure, est placée dans une étuve chauffée électriquement. A une température donnée, on isole la paire de quadrants reliée à la perle, et l'on donne au système isolé une certaine charge de manière à faire dévier l'image d'une vingtaine de divisions; le champ dans la perle de cristal ne dépasse donc pas 0,5 volt par centimètre. On suit avec le chronomètre le retour au zéro de l'image.

Si l'on porte en abscisses les temps et en ordonnées les logarithmes des déviations, on constate que *la courbe obtenue est rigoureusement une droite.* Si la déviation est α, on aura donc

$$\log\alpha = \log\alpha_0 - kt,$$

d'où

$$\alpha = \alpha_0 e^{-kt}.$$

(¹) *Comptes rendus*, 10 mai 1909.

Soient d'autre part V le potentiel du système isolé à l'instant t, v celui de l'aiguille, γ la capacité de l'aiguille entre les quadrants par unité d'angle, I, A et τ les constantes de l'électromètre; on a

$$I\frac{d^2\alpha}{dt^2} + A\frac{d\alpha}{dt} + \tau\alpha = 2\gamma v V,$$

d'où

$$V = \frac{\alpha_0}{2\gamma v}(Ik^2 - Ak + \tau)e^{-kt} = V_0 e^{-kt}.$$

Soit q la charge portée, à l'instant t, par le système isolé. Si l'on appelle C la capacité totale de ce système quand l'aiguille est au zéro, on a

$$dq = C\,dV + \gamma(V - v)\,d\alpha.$$

Mais V est de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de v; on peut donc écrire

$$\frac{dq}{dt} = C\left(1 - \frac{\gamma v}{C}\frac{d\alpha}{dV}\right)\frac{dV}{dt} = -kC\left(1 - \frac{\gamma v}{C}\frac{\alpha_0}{V_0}\right)V.$$

Or la quantité $\frac{dq}{dt}$ est égale et de signe contraire au courant total de fuite. On voit que ce courant est proportionnel à la différence de potentiel sous laquelle il se produit, c'est-à-dire que *la loi d'Ohm s'applique* et qu'il y a lieu de considérer *une conductibilité bien définie*. Dans les expériences effectuées antérieurement ([1]) avec des champs au moins 100 fois plus intenses, on observait une variation très rapide de la conductibilité avec la durée de la charge; elle tombait par exemple au tiers de sa valeur quand la durée de charge passait de 10 secondes à 1 minute. Ici au contraire la courbe expérimentale qui représente $\log\alpha$ en fonction de t est une ligne droite sur un intervalle qui peut dépasser 10 ou 12 minutes; or le coefficient angulaire de cette droite, k, est proportionnel à la conductibilité, dont la variation reste par suite absolument insensible pendant cet intervalle. Ces expériences suggèrent donc que les conditions d'étude des diélectriques seraient beaucoup mieux définies, à un certain point de vue, si l'on opérait toujours dans des champs très faibles. Quelques expériences m'indiquent toutefois que la diminution de conductibilité avec l'augmentation de la durée de la charge se produit aussi dans les champs faibles, mais d'une manière beaucoup plus lente.

La courbe représentant la variation avec la température du coefficient k

---

([1]) En particulier M. J. Curie, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XVIII, 1889, p. 244.

proportionnel à la conductibilité montre que cette conductibilité reste extrêmement faible jusque vers 150°. La diminution apparente qui se manifeste de 16° à 150° correspond au fait que le verre est mieux desséché. L'isolement ne le cède en rien, vers 150°, aux bons isolements par l'ébonite, entre électrode isolée et anneau de garde. Il est assez intéressant de constater, sur la forme de la courbe, avec quelle rapidité extrême la conductibilité augmente entre 180° et 220°. Elle rend alors tout isolement par le cristal absolument illusoire, avec l'emploi d'un électromètre aussi sensible que celui qui nous a servi.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la réduction des pesées au vide appliquées aux déterminations de poids atomiques.* Note de MM. **Ph.-A. Guye** et **N. Zachariadès**, présentée par M. Georges Lemoine.

En revisant les calculs de nos observations antérieures [1], nous avons constaté une cause d'erreur inhérente à ce genre d'expériences qui n'a pas été prise en considération jusqu'à présent. Le précédent résumé de nos observations doit donc être rectifié de la façon suivante; ce résumé est complété par neuf observations nouvelles :

Sels en poudre.	Erreur sur 100g.	Sels en poudre.	Erreur sur 100g.	Sel en grains.	Erreur sur 100g.
	mg		mg		mg
KCl	13	$CuSO^4$	11	$NaCl$	7
KNO^3	7	$ZnBr^2$	12	Sels en cristaux.	
$NaCl$	25	$BaBr^2$	12	KCl	6
$MgCl^2$	15	$BaCl^2$	13	$NaCl$	7
$CaCl^2$	21	$SrCl^2$	7	$KClO^3$	4
$KClO^3$	12	$SrBr^2$	7	Sels fondus.	
$MnCl^2$	24	$AgNO^3$	5	KCl	4
$NiCl^2$	21	$NiBr^2$	7	$NaCl$	4
KBr	10	$CdBr^2$	9	KBr	3
$CoCl^2$	16	$CoBr^2$	5	$AgBr$	1
$FeCl^2$	23	Ag^2SO^4	3	Métal granulé.	
$NaBr$	7	$AgCl$	5	Ag	0
$CdCl^2$	16	CuO	3		

Voici comment ces résultats sont obtenus : le récipient de verre servant à la pesée

(1) Guye et Zachariadès, *Comptes rendus*, t. CXLIX, 11 octobre 1909, p. 593.

des corps pulvérulents est muni d'un robinet tenant le vide; il est pesé successivement, dans l'air : 1° vide d'air; 2° plein d'air; 3° contenant le sel et de l'air; 4° contenant le sel et vide d'air. Soient P_1, P_2, P_3 et P_4 les poids apparents dans l'air fournis par ces quatre pesées; le poids apparent du sel dans l'air est $(P_3 - P_2)$; il est réduit au vide, *par le calcul*, au moyen des formules usuelles fondées sur la connaissance des densités du sel, de l'air et des poids. D'autre part, *le poids réel dans le vide* est $(P_4 - P_1) - p$, où p représente la perte de poids dans l'air des poids marqués. Pour rendre les résultats comparables, la différence entre le poids *réel* dans le vide et le poids réduit au vide *par le calcul* est ensuite rapportée à 100g de sel pesée; elle est donnée en milligrammes.

Dans nos expériences, les poids *réels* dans le vide sont toujours supérieurs aux poids *calculés*. Cela provient de ce que la méthode usuelle de pesée avec réduction au vide par le calcul comporte, dans le cas des corps pulvérulents, deux causes d'erreur de sens inverse : 1° on pèse, avec le sel, l'air condensé à la surface des grains et faisant corps avec eux, de sorte que le poids apparent $(P_3 - P_2)$ est trop fort, comme l'a signalé Marignac; 2° on utilise, pour le calcul de la correction, la densité usuelle du sel, qui est bien supérieure à la densité moyenne des grains pulvérulents entourés d'une petite couche d'air adhérent; de ce fait la correction donnée par le calcul est trop faible. Avec les corps généralement en poudre fine sur lesquels nous avons opéré, la seconde cause d'erreur l'emporte sur la première (1).

Nos observations rectifiées confirment nos précédentes conclusions sur l'ordre de grandeur des erreurs commises en réduisant au vide, par le calcul, les pesées de corps pulvérulents. Bien que ces erreurs soient plus petites avec les sels fondus ou cristallisés, elles affectent certainement de nombreux rapports atomiques classiques qu'on a l'habitude de calculer à $\frac{1}{100000}$ ou même à $\frac{1}{1000000}$ près (!). Dans un grand nombre de cas elles doivent atteindre le $\frac{1}{10000}$.

Il en résulte que pour des déterminations atomiques précises il conviendra, dans l'avenir, de déterminer toujours, par l'expérience, la correction de réduction au vide, ou même d'effectuer réellement toutes les pesées dans le vide. Il est enfin à craindre qu'une erreur du même genre, bien que plus faible, résulte de la condensation de l'air sur la surface des poids marqués; c'est une question qui fera l'objet de nos études ultérieures.

---

(1) Ces deux causes d'erreur de sens inverse expliquent les données contradictoires résultant de quelques observations antérieures publiées sur ce sujet : Marignac (*Œuvres*, t. I, p. 95) indique que la correction de réduction au vide est plus grande par le calcul que par l'expérience; Stas, qui l'a vérifiée dans le cas du chlorure d'ammonium (*Œuvres*, t. I, p. 477), confirme cette observation; MM. Richards, Köthner et Tiede indiquent le contraire dans leur récent Mémoire sur le rapport ($AgCl : NH^4Cl$) (*Journal of the american chemical Society*, t. XXXI, 1909, p. 15).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une relation entre l'absorption et la phosphorescence.* Note de M. L. Brüninghaus, transmise par M. A. Haller.

Il résulte principalement des travaux de M. G. Lecoq de Boisbaudran et de M. G. Urbain que les corps phosphorescents les mieux connus sont des solutions solides étendues d'un *phosphorogène* dans un *diluant*.

La remarque a souvent été faite que les substances phosphorogènes, auxquelles paraît devoir être rattachée l'émission de lumière, sont généralement absorbantes, tandis que les diluants sont transparents dans les limites usuelles d'observation. On peut supposer, pour cette raison, qu'il existe une corrélation entre le spectre d'absorption d'un phosphorogène donné et son spectre de phosphorescence. Le présent travail a été entrepris dans le but de rechercher dans quelle mesure cette hypothèse est exacte.

Pour cela, on a d'abord comparé les spectres d'absorption et de phosphorescence de diverses terres rares, soit d'après des tableaux et planches de spectres publiés par M. G. Urbain (1) (pour l'europium, le gadolinium, le terbium, le dysprosium, le praséodyme et l'erbium), soit d'après des mesures personnelles, relatives au samarium, dilué dans divers composés calciques. Le même travail a été poursuivi ensuite sur les phosphorogènes usuels, en utilisant d'anciennes observations de M. Lecoq de Boisbaudran, complétées par quelques expériences personnelles. Voici les résultats de cette recherche, brièvement résumés (l'exposé détaillé en paraîtra prochainement dans un autre recueil) :

I. *Terres rares.* — On sait que les spectres de phosphorescence et les spectres d'absorption de ces substances sont discontinus, et formés de bandes généralement étroites. On distingue dans les spectres des régions d'absorption (formées de groupes de bandes d'absorption), séparées par des régions de transparence. On distingue de même dans les spectres de phosphorescence des régions d'émission, séparées par des régions obscures.

Lorsqu'on passe d'un composé à l'autre d'un même élément rare, les régions d'absorption conservent toujours dans le spectre les mêmes positions moyennes. Et il en est de même des régions d'émission. (Les modifications spectrales consistent seulement dans des variations de position et d'intensité des bandes, à l'intérieur de chaque

(1) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, nos 4, 5 et 6; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVIII.

groupe dont les limites restent fixes, ce qui rend légitime la comparaison de l'absorption d'un composé avec la phosphorescence d'un composé différent du même élément, si l'on ne prétend comparer que les groupes de bandes, et non les bandes considérées isolément.)

Ceci posé, voici les faits, très importants au point de vue de la phosphorescence, qu'on observe :

1° Les régions moyennes d'émission sont généralement peu éloignées des régions moyennes d'absorption ;

2° Les régions d'émission ne coïncident pas avec les régions d'absorption, mais au contraire *se placent dans des régions de transparence* (soit entre des régions d'absorption, soit en dehors de la région absorbée du spectre), c'est-à-dire qu'il y a généralement alternance entre les groupes de bandes d'absorption et les groupes de bandes de phosphorescence.

Quelques exemples éclairciront ces conclusions, forcément un peu trop schématiques :

Praséodyme.

Spectre d'absorption du nitrate.	4 bandes comprises entre les longueurs d'onde 481 et 444.
Spectre de phosphorescence de l'oxyde dans la chaux.	17 bandes distribuées de 680 à 487.

Erbium.

Spectre d'absorption du nitrate.	3 groupes de bandes : 1° de 479 à 471 ; 2° de 420 à 409 ; 3° de 405 à 389.
Spectre de phosphorescence de l'oxyde dans l'yttria.	4 groupes de bandes : 1° de 650 à 486 ; 2° de 450 à 442 ; 3° 406 (bande unique) ; 4° de 378 à 354.

Dysprosium.

Spectre d'absorption du chlorure.	1 bande forte de 756 à 750 ; 1 moyenne de 480 à 466 ; 1 forte de 456 à 446 ; 8 bandes de 430 à 316.
Spectre de phosphorescence de l'oxyde dans la chaux.	20 bandes de 675 à 479,7 ; 1 bande de 469 à 466,5 ; 1 bande à 454.

Terbium.

Spectre d'absorption du chlorure.	1 bande faible à 488 ; 1 bande 382, 379 ; 9 bandes, les plus fortes du spectre, de 371 à 301.
Spectre de phosphorescence de l'oxyde dans la chaux.	28 bandes de 633 à 489 ; 38 bandes de 485 à 372.

Samarium.

Spectre d'absorption du nitrate.	Bandes non groupées aux longueurs d'onde suivantes : 559; 3 bandes de 529 à 453; 443, 417, 407, 402, 390, 375, 362).
Spectre de phosphorescence de l'oxyde dans la chaux.	6 bandes, les plus fortes du spectre, de 628 à 558; 2 bandes de 555 à 550; 7 bandes de 448 à 419; 6 bandes de 404 à 379.

II. *Éléments usuels.* — Les résultats relatifs aux phosphorogènes usuels corroborent pleinement ceux qui précèdent. J'ai pu faire en effet cette remarque très générale, que ces corps sont phosphorescents dans une nuance peu différente de leur couleur par réflexion ou transparence, ce qui revient évidemment à dire encore que les zones spectrales de phosphorescence s'intercalent entre les zones d'absorption.

Ainsi les sels de manganèse, dilués dans les sels correspondants de calcium, les rendent phosphorescents en rouge ou en vert, plus rarement en jaune, et l'on sait que les sels de manganèse sont très généralement rouges ou verts. Au reste on a vérifié, lorsque c'était possible, que la phosphorescence rouge (phosphate calcique, ou chaux manganésifère) était due à un composé rouge (oxyde rouge de manganèse) et la verte (fluorure, ou borate réduit de calcium manganésifère) à un composé vert (oxyde manganeux), la phosphorescence jaune étant attribuable à un mélange d'un composé rouge et d'un vert (sulfure calcique manganésifère phosphorescent en jaune plus ou moins verdâtre, selon l'état de réduction plus ou moins complète des polysulfures rouges au monosulfure vert).

De même M. Lecoq de Boisbaudran (¹) avait observé que le sesquioxyde de chrome se dissout en rouge dans l'alumine (rubis), et la phosphorescence des rubis (alumine chromifère) est rouge; que, dissous dans la chaux, il y prend l'état vert, et la phosphorescence résultante est verte.

On peut faire des rapprochements analogues pour le fer, le cuivre, l'antimoine, etc.

Il y a donc, dans les cas envisagés, une relation très simple entre l'absorption et la phosphorescence, et qui paraît générale, et l'on peut dire que tout se passe comme si la lumière émanait de molécules phosphorogènes

(¹) Lecoq de Boisbaudran, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1781, et t. CVII, p. 311, 468 et 490.

situées en profondeur dans la matière phosphorescente, et subissait ensuite l'absorption des couches superficielles, de sorte que les radiations observées à l'extérieur de la matière soient seulement de celles pour lesquelles le phosphorogène est relativement transparent.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur des expériences relatives à la propagation des inflammations de poussières de houille dans les galeries de mine.* Note de M. **J. Taffanel**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Si, dans la galerie d'expériences de Liévin, de forme rectiligne et d'une section de $2^{m^2},80$, on dépose, sur le sol ou les parois, de la poussière de houille fine, pure et riche en matières volatiles, il suffit de faire détoner un explosif, par exemple 160^g de dynamite dans l'âme d'un mortier d'acier, ou de provoquer une petite explosion avec un mélange gazeux explosif, par exemple avec quelques mètres cubes d'un mélange d'air et grisou à 10 pour 100 de formène, pour produire une inflammation de poussières, généralisée à toute la longueur de la galerie. L'explosion initiale, qui amorce le phénomène, a pour premier effet de soulever, par l'ébranlement de l'air, les poussières déposées dans un certain rayon, et pour second effet d'enflammer le nuage poussiéreux ainsi formé. La combustion de ce nuage, accélérée par les remous de l'explosion, détermine la propagation d'une suite continue d'ondes de détente, qui, mettant en mouvement l'atmosphère de la galerie, produisent et entretiennent le soulèvement des poussières en avant de la zone de combustion; la flamme trouve ainsi constamment devant elle le mélange intime d'air et de combustible favorable à sa propagation, et l'on reproduit, dans la galerie d'expériences, le mécanisme de ces coups de poussières généralisés qui dévastent les mines de houille.

Quoique les vitesses initiales de propagation de la flamme dans les atmosphères poussiéreuses au repos soient relativement faibles, les remous et la détente des gaz chauds accélèrent considérablement la vitesse absolue de propagation dans la galerie. Sur les 65 premiers mètres, on obtient des vitesses moyennes de propagation allant jusqu'à 60^m ou 80^m par seconde. Les pressions n'en restent pas moins assez faibles et ne dépassent pas 1^{kg} par centimètre carré.

Avec une galerie de 230^m de longueur et un gisement poussiéreux bien favorable à la propagation, on observe, vers l'extrémité libre, des effets d'un caractère très différent.

La flamme, ayant pris naissance vers l'extrémité fermée, progresse avec une vitesse croissante. Après 180^m environ de parcours et sur les 50 derniers mètres de la galerie, la vitesse, devenant considérable, dépasse un millier de mètres par seconde. En même temps la pression s'accroît très vite et le maximum mesuré, qui n'est encore que de 1^{kg} ou 2^{kg} à 150^m, monte à 3^{kg} ou 4^{kg} vers 185^m et à 13^{kg} ou 16^{kg} par centimètre carré vers 220^m, soit à 10^m de l'orifice. Dans une expérience, la pression en ce dernier point a été encore plus élevée. La tôle d'acier, qui forme l'ossature de la galerie, et qui ne devait rompre que sous un effort correspondant à une pression interne statique de 48^{kg} par centimètre carré, a, sous le choc de l'explosion, volé en éclats sur les 13 derniers mètres, et des fragments importants ont été projetés jusqu'à 160^m de distance.

On a étudié la variation de la pression en fonction du temps en un point situé à 10^m de l'orifice; la pression maxima s'établit instantanément et passe de $0^{kg},500$ à 13^{kg} ou 16^{kg} par centimètre carré en une fraction de centième de seconde; la chute de pression se produit, un peu moins brusquement, après un intervalle d'environ $\frac{3}{100}$ de seconde; la flamme accompagne le passage de cette onde de choc.

L'allure du coup de poussières ne dépend pas seulement des conditions de la galerie et du gisement poussiéreux dans la région que parcourt ou qu'a parcourue la flamme. Elle dépend encore de la forme de la galerie dans la partie vers laquelle la flamme se dirige. Quand l'extrémité s'ouvre librement dans l'atmosphère, les ondes condensées qui se propagent dès le début de l'explosion par l'effet de la mise en pression et de la détente des gaz chauds s'épanouissent brusquement dans l'atmosphère et déterminent le retour d'ondes dilatées qui viennent au-devant de la flamme et, lorsqu'elles la rencontrent, modifient son allure. Si, au contraire, l'extrémité de la galerie est partiellement obstruée, les ondes qui se réfléchissent sont des ondes condensées et leur action sur la propagation de la flamme doit être différente.

On observe en effet qu'à partir d'un certain taux d'obstruction, que l'expérience montre être d'environ le tiers de la section, l'allure du coup de poussières, sur les 100 derniers mètres qui précèdent le barrage partiel, est profondément modifiée; la vitesse absolue de propagation, au lieu de s'accroître, reste constante ou se ralentit; la pression ne s'élève pas brusquement vers l'extrémité de la galerie et l'onde de choc ne se forme pas. Avec des gisements poussiéreux relativement peu favorables à la propagation, on obtient même l'extinction de la flamme vers le moment où celle-ci rencontre les ondes réfléchies. Ce fait est à rapprocher des extinctions spontanées constatées par M. Le Chatelier dans l'étude de la propagation de la combustion dans les mélanges gazeux explosifs; ces extinctions se produisaient pendant la période des grandes vibrations de la flamme, au terme d'un mouvement de recul. La rencontre d'une onde condensée réfléchie doit également produire dans la galerie le ralentisse-

ment ou le recul de la flamme. Toutefois, l'analogie n'est pas complète, parce que, avec les poussières, il faut tenir compte du soulèvement qui est plus ou moins énergique, suivant que la détente des gaz chauds se produit plus ou moins librement.

Ainsi la présence d'un barrage partiel et, par induction, d'un coude brusque a pour effet de rendre, en amont du barrage, le coup de poussières beaucoup moins violent que lorsque la galerie présente en ce point un épanouissement favorable à la détente des gaz. Cette conclusion est conforme à certaines observations faites dans des mines dévastées par un coup de poussières et permet de tirer des déductions utiles pour la lutte contre le danger des poussières.

L'expérience a apporté un autre enseignement. Quand le barrage partiel est formé de matériaux meubles et incombustibles, ceux-ci sont soulevés en masse par les chasses gazeuses qui précèdent et accompagnent la flamme, et présentent à celle-ci un tel excès de surfaces refroidissantes que la combustion ne peut se propager plus loin. On possède ainsi un moyen assez pratique et efficace pour limiter l'extension des coups de poussières.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'oxyde de carbone dans les aciers.* Note de M. E. GOUTAL, présentée par M. Ad. Carnot.

J'ai pu établir dans une précédente Note (1) que l'attaque des aciers par les sels cuivriques est toujours accompagnée du dégagement d'une certaine quantité de gaz carbonés divers, parmi lesquels l'anhydride carbonique et l'oxyde de carbone.

En utilisant l'action oxydante de l'anhydride iodique porté à 75°, j'ai montré que la quantité d'oxyde de carbone, contenue dans les gaz dégagés pendant la dissolution des aciers durs, correspond à des teneurs en carbone voisines de 0,006 pour 100, soit à une teneur moyenne d'oxyde de carbone représentée par 0,014 pour 100 du poids du métal.

Il m'a paru très utile de mettre à profit la réaction spectroscopique de l'hémoglobine sur l'oxyde de carbone, afin d'apporter une certitude absolue de la présence de ce composé dans les gaz dégagés par l'action des sels cuivriques sur les aciers. J'ai adopté dans ce but le dispositif suivant :

A la suite du flacon conique contenant le métal et la dissolution cuivrique purifiée, flacon parcouru par un courant d'azote, je dispose une suite de tube de Winkler con-

(1) *Comptes rendus*, 13 avril 1909.

tenant chacun 25^{cm^3} d'une solution à 1 pour 100 de sang de cobaye défibriné. Chacun de ces tubes est ainsi susceptible d'absorber une quantité d'oxyde de carbone représentant 0,002 pour 100 en poids, pour une prise d'essai de 10^g d'acier. Le courant d'azote doit être très lent, pendant toute l'opération. Après l'ébullition finale de la solution cuivrique, il suffit de traiter par le sulfure d'ammonium, l'hémoglobine des différents tubes absorbeurs, et de déterminer, au spectroscope, le nombre de tubes présentant le spectre d'absorption de l'hémoglobine oxycarbonique. Ce nombre de tubes, multiplié par 0,002, donne directement la proportion d'oxyde de carbone en poids pour 100 parties du métal étudié.

Cette méthode a donné des résultats absolument comparables à ceux obtenus par l'action oxydante de l'anhydride iodique.

Les teneurs ainsi fixées se sont montrées absolument indépendantes :

1° De l'importance de la prise d'essai (variant entre 5^g et 20^g);

2° De la durée de l'opération (comprise entre 3 heures et 9 heures);

3° Du degré d'acidité de la liqueur cuivrique employée (de 0,2 à 8 pour 100 d'acide chlorhydrique libre);

4° De la substitution au chlorure cuivrique d'une solution d'iode dans l'iodure de potassium;

5° De la nature du courant gazeux employé pour balayer l'appareil (air ou azote);

6° De la méthode employée pour évaluer l'oxyde de carbone dégagé (anhydride iodique ou hémoglobine).

En l'appliquant à l'étude d'une série d'aciers, j'ai réalisé un grand nombre de dosages dont le Tableau suivant fournit quelques exemples :

		CO	
	C résiduel.	en poids.	en volume.
Acier doux	0,160	0,0063	$\frac{1}{3}$
Acier mi-dur	0,295	0,0120	$\frac{3}{5}$
Acier dur	0,596	0,0137	$\frac{4}{5}$
Acier extra dur	1,334	0,0142	$\frac{4}{5}$
Acier au nickel	0,340	0,0060	$\frac{1}{3}$
Acier au chrome	0,360	0,0115	$\frac{7}{10}$

Ce Tableau permet de constater : 1° que la teneur des aciers en oxyde de carbone ne dépasse pas sensiblement 0,014 pour 100; que cette teneur reste à peu près constante pour tous les aciers non spéciaux contenant plus de 0,30 pour 100 de carbone; 3° que les aciers au nickel contiennent une proportion d'oxyde de carbone plus faible que celle contenue dans les aciers ordinaires de même carburation; 4° que les aciers au chrome ne s'écartent pas sensiblement de la règle établie ci-dessus pour les aciers durs ordinaires.

En opérant sur une série d'échantillons d'aciers prélevés au cours de leur fabrication, pendant l'opération Martin-Siemens, 1 heure, puis 45 minutes avant la coulée, enfin avant et après l'addition finale de ferromanganèse, j'ai obtenu les teneurs suivantes :

	CO en poids.	C résiduel.
Acier doux (1er échantillon)...	0,0073	0,24
» (2e échantillon)....	0,0060	0,17
» (3e échantillon)....	0,0007	0,10
» (4e échantillon)....	0,0063	0,16
Acier dur (1er échantillon)....	0,0153	0,96
» (2e échantillon)....	0,0167	0,74
» (3e échantillon)....	0,0125	0,52
» (4e échantillon)....	0,0137	0,62

Les teneurs en oxyde de carbone sont du même ordre de grandeur que celles données plus haut.

Il est intéressant de remarquer que : ces teneurs restent à peu près constantes, dans les divers échantillons, pendant la période de décarburation; elles fléchissent sensiblement dans la période qui précède l'addition finale; elles augmentent par cette addition; pour les aciers durs elles restent voisines de la teneur maximum 0,0142 indiquée dans le premier Tableau pour l'acier extra dur.

Ce chiffre semble donc fixer assez exactement la limite de saturation, pour l'oxyde de carbone, des aciers à l'état solide.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation du vanadium, du molybdène, du chrome, du nickel dans les aciers spéciaux*. Note de M. **Emm. Pozzi-Escot**, présentée par M. A. Carnot.

L'analyse d'un ferro-métal contenant du vanadium et du molybdène présente des difficultés qui deviennent presque insurmontables dans le cas de la présence simultanée du nickel et du chrome; le problème de la séparation de ces éléments n'a pas reçu jusqu'à présent de solution satisfaisante.

Il est au contraire possible, par une application judicieuse de la méthode générale d'analyse que j'ai fait connaître [1], d'arriver très simplement et

(1) Pozzi-Escot, *Bull. Soc. fr. chim.*, 4e série, t. V, p. 93-104.

avec rapidité à une solution très acceptable du problème, ce qui présente, au point de vue des essais industriels, une incontestable importance.

Je me bornerai à indiquer ici la méthode suivie, en réservant les détails pour un autre Recueil.

La matière est mise en solution, chlorhydrique ou nitrique, peu importe. On porte cette solution à l'ébullition et on y verse un grand excès d'hypobromite de sodium fortement alcalin; on fait bouillir quelques minutes et on filtre la solution bouillante sur une bourre de coton. Dans cette opération le chrome est intégralement transformé en chromate sodique et passe en solution avec le molybdate et le vanadate de sodium; le fer et le nickel restent sur le filtre. S'il y avait du manganèse et du cobalt, ces éléments resteraient également dans la partie insoluble; j'ai montré, en effet [1], que, dans les conditions précédentes, il ne se dissout pas de manganèse. On lave le précipité à l'eau bouillante.

On verse alors quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique dilué sur le précipité, qui se dissout; on recueille la dissolution et on lave avec grand soin la bourre de coton; on porte la solution à l'ébullition, on précipite de nouveau par un léger excès d'hypobromite et on filtre de nouveau; passent en solution les dernières traces de chrome, de molybdène et de vanadium qui auraient pu échapper à la première opération; le fer et le nickel restent sur le filtre à l'état de peroxydes; on les lave avec grand soin à l'eau bouillante.

La première séparation ainsi réalisée, du fer et du nickel d'une part, du molybdène, du vanadium et du chrome d'autre part, enlève toute difficulté aux séparations ultérieures. Le fer est séparé du nickel par l'ammoniaque; le chrome est réduit par l'alcool dans la solution et précipité également par l'ammoniaque, alors que le molybdène et le vanadium, à peine réduits, restent en solution et sont ensuite séparés, notamment par la méthode de Carnot au vanadate de manganèse [2].

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'analyse des niobites et tantalites.* Note de M. G. Chesneau, présentée par M. Ad. Carnot.

La littérature chimique sur l'analyse complète des niobites et tantalites est très restreinte : la seule méthode systématique publiée à notre connais sance est celle que donne A. Carnot dans son *Traité d'analyse minérale* (t. II, p. 718) et qui dérive des travaux classiques de Marignac sur le niobium et le tantale. L'examen que j'ai eu récemment à faire d'une tantalite provenant d'un gisement nouveau du Brésil, m'a fait reconnaître qu'il

---

(1) Pozzi-Escot, *Bull. Soc. chim. belge*, t. XXII, p. 327-339.

(2) Ad. Carnot, *Comptes rendus*, 27 juin 1887; *Traité d'Analyse*, t. II, p. 796.

restait certains points à préciser dans cette méthode pour l'attaque, la séparation des oxydes et le dosage éventuel du titane; aussi ne me paraît-il pas inutile de faire connaître la marche que j'ai cru devoir finalement adopter pour cette analyse fort délicate.

L'attaque du minerai se fait d'abord par 4 parties de SO^4KH et 2 parties de SO^4H^2, en creuset de platine. On doit chauffer progressivement jusqu'au rouge naissant, laisser refroidir avant d'avoir expulsé tout SO^4H^2, rajouter 2 parties de SO^4H^2 et rechauffer encore; grâce à l'excès d'acide, on obtient un liquide transparent qu'on coule dans une grande capsule de platine refroidie. La masse se fendille pendant la solidification et, reprise par l'eau bouillante, se désagrège très facilement. On fait alors bouillir celle-ci avec de l'eau plusieurs fois renouvelée et décantée sur filtre. Le filtrat, neutralisé en partie par AzH^3, est porté quelques minutes à l'ébullition pour achever de précipiter Nb^2O^5 et Ta^2O^5. On jette sur filtre et on lave abondamment la totalité de ceux-ci, qu'on met ensuite en digestion 24 heures avec Am^2S tiède, puis on lave avec de l'eau froide à 5 pour 100 d'HCl. On a ainsi d'une part Nb^2O^5 et Ta^2O^5 ne retenant plus que SiO^2 et TiO^2, d'autre part des liqueurs contenant Fe, Mn, Sn, Zr, etc., qui sont analysées par les procédés ordinaires.

Les oxydes de Nb et Ta *encore humides* sont dissous en capsule de platine par HF concentré, dont on expulse la majeure partie par évaporation à chaud. J'ai constaté qu'il reste toujours des flocons noirâtres insolubles formant 2 pour 100 du poids des oxydes. J'ai cru d'abord qu'il s'agissait de fluorures terreux, mais j'ai reconnu que ce résidu était constitué de $(Nb, Ta)^2O^5$ avec traces de fer, insolubilisé sans doute pendant les ébullitions réitérées du produit de l'attaque au bisulfate. A ce résidu, filtré et calciné, on rajoute les cendres des filtres ayant pu retenir un peu de $(Nb, Ta)^2O^5$, on traite par HF, on évapore à sec, puis on refond avec un poids de KF égal au quart du poids total présumé des oxydes de Nb et Ta. On reprend par HF très étendu et l'on ajoute cette solution à celle des oxydes : on a ainsi dans la liqueur la quantité de KF voulue pour effectuer la séparation de Ta et Nb par la méthode de Marignac, basée sur la différence de solubilité du fluotantalate et du fluoxyniobate de potassium. On concentre à chaud à 7^{cm^3} par gramme d'oxydes (volume suffisant pour maintenir tout Nb en solution) : par refroidissement on a en quelques minutes le fluotantalate en fines aiguilles.

Marignac recommande la séparation de ces cristaux par filtration et lavage à l'eau froide, jusqu'à ce que le filtrat ne décèle plus de Nb par la teinture de noix de galle. Cette réaction est extrêmement lente avec des solutions niobiques diluées, et son emploi est par suite inefficace. Il suffit de laver les cristaux de fluotantalate trois fois par décantation avec quelques centimètres cubes d'eau froide pour être sûr qu'ils ne contiennent plus de Nb. On rajoute alors aux liquides décantés $0^g,10$ de KF, et on les traite de même, en répétant l'opération tant qu'il se dépose des aiguilles de

fluotantalate. On réunit ces dépôts, on sèche à 100° et l'on vérifie au microscope qu'ils ne contiennent pas de cristaux tabulaires de fluoxyniobate : les fluotantalates que j'ai obtenus ainsi étaient tout à fait exempts de Nb. Le dépôt de Ta^2F^5, 2 KF par refroidissement est si rapide, qu'il n'y a pas à ménager les fractionnements et les purifications par ces cristallisations répétées, bien préférables à l'excès de KF conseillé par quelques auteurs (A. Tighe, par exemple) pour accélérer le dépôt du fluotantalate : il se produit alors, en même temps que les aiguilles de TaF^5, 2 KF du fluoxyniobate *aciculaire*, peu soluble en présence d'un grand excès de KF, comme l'a signalé d'ailleurs Marignac, et l'on ralentit ainsi la purification du fluotantalate.

J'ai constaté que l'acide niobique obtenu par décomposition du fluoxyniobate au moyen de SO^4H^2 retient toujours SO^4K^2 (jusqu'à 3 pour 100) : on le purifie aisément par fusion avec 5 parties de SO^4Am^2 et 5 parties de SO^4H^2, reprise par l'eau bouillante, etc., comme dans l'attaque du minerai, avec calcination finale au rouge blanc.

La silice se dose sur une prise d'essai spéciale dans le mélange $(Nb, Ta)^2O^5$ calciné et pesé, puis traité par HF légèrement sulfurique.

Le dosage de TiO^2 dans les oxydes de Nb et Ta obtenus peut se faire colorimétriquement, comme je l'ai constaté, par la méthode suivante, plus simple et plus précise que le procédé de Marignac par fusion au CO^3Na^2, et que celui de Knop, basé sur l'inégale volatilité des chlorures anhydres de Ti, Nb et Ta.

Si l'on chauffe 1g de Nb^2O^5 ou de Ta^2O^5 pur avec 5g de SO^4KH et 10g de SO^4H^2 jusqu'à solution limpide, qu'on refroidisse un peu et rajoute 10^{cm^3} de SO^4H^2 froid, puis qu'on verse le tout dans un mélange chaud de 20^{cm^3} de SO^4H^2 et 20^{cm^3} d'eau ; le mélange peut être alors refroidi et dilué sans se troubler. En l'étendant à 100^{cm^3} avec de l'eau oxygénée, j'ai constaté que la teinte jaune pâle, due aux acides perniobique et pertantalique, n'excède pas celle de même ton, que donne sous le même volume 5^{mg} de TiO^2 traités de même. Je me suis assuré en outre que la teinte rouge de l'acide pertitanique n'est pas modifiée par la présence de Nb ou Ta. Il suffit donc de mettre en solution comme ci-dessus les acides niobique et tantalique obtenus, et d'apprécier l'acide titanique par comparaison avec des solutions types de TiO^2 faites avec une solution sulfurique d'acide titanique, préparée exactement de la même manière : en opérant sur 1g de Nb^2O^5 ou de Ta^2O^5, l'erreur que l'on peut commettre sur la teneur en TiO^2 ne dépasse certainement pas 0,5 pour 100, approximation très satisfaisante pour ce genre d'analyse.

La méthode précédente appliquée à la tantalite qui a fait l'objet de cette

étude m'a donné les résultats suivants :

	Pour 100.
Acide niobique (Nb^2O^5)	60,59
Acide tantalique (Ta^2O^5)	17,86
Silice (SiO^2)	0,28
Protoxyde de fer (FeO)	14,82
Protoxyde de manganèse (MnO)	4,73
Magnésie (MgO)	0,54
Perte au feu	1,11
W, Sn, Ti, Zr, etc	néant
Total	99,93
Densité	5,65

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés c-oxyindazyliques.* Note de M. P. Freundler, transmise par M. A. Haller.

J'ai montré [1] que le perchlorure de phosphore réagissait sur les acides azoïques *o*-carboxylés en donnant naissance à des *c*-oxyindazols chlorés dans le noyau aromatique

$$C^6H^4\begin{cases}Az=Az\\CO^2H\end{cases}C^6H^5 + PCl^5 = C^6H^3Cl\begin{cases}Az\\ \| \\ COH\end{cases}AzC^6H^5 + POCl^3 + 2HCl.$$

Les azoïques déjà substitués en position 4 ou 6 par rapport à la chaîne azotée sont seuls susceptibles de fournir un oxyindazol chloré unique; les autres conduisent à un mélange de deux isomères qu'il est à peu près impossible de séparer.

Or les deux types de méthodes employées jusqu'ici pour la préparation des acides azoïques substitués en 4 ou 6 sont peu pratiques en raison de la rareté des matières premières. J'ai réussi, depuis lors, après diverses tentatives infructueuses, à obtenir directement des oxyindazols dichlorés-4.6 à partir des azoïques non substitués qui sont beaucoup plus accessibles. J'ai pu, en même temps, démontrer que dans la réaction précédente les atomes d'halogènes se placent bien en position 4 ou 6.

Voici quelle est la suite des opérations; les détails pratiques seront publiés ailleurs.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1153; t. CXLIII, p. 909; t. CXLVII, p. 981.

L'acide o-nitrosobenzoïque, préparé facilement par action de la lumière sur l'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque, est condensé avec l'aniline en solution acétique; on obtient ainsi l'*acide benzène-o-azobenzoïque* avec un rendement de 70 à 80 pour 100, le reste du nitrosé étant transformé en azoxyque. Cet acide azoïque est ensuite traité vers $-10°$ à $-15°$, par PCl^5 en solution chloroformique, et transformé ainsi en un mélange de *monochloro-oxyindazols* (rendement presque quantitatif). Ce dernier mélange est soumis tel quel à l'oxydation chromique en solution acétique, ce qui conduit à un mélange d'*acides chlorobenzène-o-azobenzoïques* $ClC^6H^3\left\langle\begin{matrix}Az = Az\diagdown\\ CO^2H\end{matrix}\right. C^6H^5$; enfin le produit ainsi obtenu, étant traité à nouveau par PCl^5, fournit cette fois un composé unique, le *dichloro-oxyindazol* fusible à 187°. Dans ce dernier, l'un des atomes de chlore est en position 4 (*loc. cit.*); comme, d'autre part, les acides chloro-4-benzène-azobenzoïque et méthyl-6-benzène-azobenzoïque donnent dans les mêmes conditions des dérivés monochlorés homogènes, on peut en conclure que le monochloroxyindazol brut primitif renfermait un mélange des dérivés chlorés 4 et 6.

Le même cycle, appliqué à l'*acide benzène-azo-p-chlorobenzoïque*

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Az = Az\diagdown\\ CO^2H\end{matrix}\right. C^6H^4Cl$$

(aiguilles rouges fusibles à 167°-168°), a fourni un *trichloroxyindazol*

$$C^6H^2Cl^2\left\langle\begin{matrix}Az\\ |\\ COH\end{matrix}\right\rangle C^6H^4Cl$$

en aiguilles blanches fusibles à 209°-210°.

Parmi les essais qui n'ont pas abouti, je mentionnerai les deux suivants:

I. J'espérais obtenir du premier coup un oxyindazol dichloré homogène en faisant réagir PCl^5 sur les azoxyques *o*-carboxylés

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}Az^2O\diagdown\\ CO^2H\end{matrix}\right. C^6H^5 + 2PCl^5 = 2POCl^3 + C^6H^2Cl^2\left\langle\begin{matrix}Az\\ |\\ COH\end{matrix}\right\rangle AzC^6H^5 + 2HCl.$$

En fait il se dégage du chlore et l'on obtient un mélange de dérivés monochlorés. Cette réaction me paraît démontrer que la formation des oxyindazols chlorés dans le noyau n'est pas due à une chloruration directe.

L'*acide benzène-o-azoxybenzoïque*, non encore décrit, s'obtient en petite quantité par condensation de la phénylhydroxylamine avec l'acide *o*-nitrosobenzoïque en solution alcoolique; il cristallise en petits prismes jaunâtres, fusibles à 118°. Les principaux produits de la réaction sont l'azoxybenzène et l'acide *o*-azoxybenzoïque dont la formation se comprend aisément. J'insisterai cependant sur le fait que, dans cette réaction

qui est très nette, il ne se forme pas trace d'azobenzène ni d'acide *o*-azobenzoïque; il en résulte que la phénylhydroxylamine ne transforme pas les azoxyques en azoïques, ce que fait au contraire facilement l'hydrazobenzène.

II. La condensation du nitrosobenzène avec l'*acide dibromanthranilique* $C^6H^2Br^2(AzH^2)(CO^2H)$-3.5.2.1 m'eût fourni directement un azoïque substitué; malheureusement la réaction n'a pas lieu, et l'acide dibromé se retrouve inaltéré, même après plusieurs heures de chauffage en solution acétique.

Cet acide dibromanthranilique, déjà signalé par Hübner [1], se prépare facilement par bromuration directe de l'acide anthranilique en solution acétique tiède. Il cristallise en paillettes blanchâtres qui fondent à 227° et se décomposent un peu plus haut en CO^2 et dibromo-2.4-aniline. Son *dérivé acétylé* fond vers 221° en se décomposant; on l'obtient, en même temps qu'un peu de l'*éther méthylique* correspondant (paillettes fusibles à 91°), en bromant l'acétylanthranilate de méthyle en solution acétique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du dicyclohexylphénylméthane.* Note de M. **Marcel Godchot**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans une précédente Communication [2], j'ai montré que la méthode d'hydrogénation, instituée par MM. Sabatier et Senderens, était susceptible d'être appliquée au triphénylméthane en donnant naissance, suivant la température adoptée dans la réaction, à deux hydrures : l'un, le dicyclohexylphénylméthane, $(C^6H^5)-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}=(C^6H^{11})^2$; l'autre, le tricyclohexylméthane, $(C^6H^{11})^3\equiv CH$. La présente Note a pour but de faire connaître quelques dérivés du dicyclohexylphénylméthane.

Nitrophényldicyclohexylméthane $AzO^2-C^6H^4-\underset{\displaystyle H}{\underset{|}{C}}=(C^6H^{11})^2$. — Lorsqu'on soumet le dicyclohexylphénylméthane à l'action oxydante du permanganate de potassium dissous dans l'eau ou de l'acide chromique en solution acétique, on ne peut, quel que soit le mode opératoire employé, isoler un produit résultant de cette oxydation : le carbure disparaît complètement. Il n'en est plus de même si on le traite par

(1) *Ann. Chem.*, t. CCXXII, p. 175.

(2) Godchot, *Comptes rendus*, t. CXLVII, p. 1057.

l'acide azotique fumant (5 parties d'acide pour 1 de carbure), en opérant à une température voisine de 10°; une coloration rouge apparaît; après précipitation par l'eau, épuisement à l'éther, évaporation de la solution éthérée et cristallisation dans l'alcool éthylique du produit résultant de cette évaporation, on obtient un produit nettement cristallisé, constitué par de grandes aiguilles, légèrement jaunâtres, fusibles vers 113°. L'analyse de ce composé montre qu'il possède la formule $C^{19}H^{27}AzO^2$ qui répond à celle d'un dérivé mononitré du dicyclohexylphénylméthane. Il est, du reste, très probable que le groupe AzO^2 est fixé sur le noyau benzénique et non pas sur un des deux noyaux cyclohexaniques; j'ai constaté, en effet, que le tricyclohexylméthane reste inaltéré au contact, même prolongé, de l'acide azotique fumant, ce carbure se conduisant dès lors comme le cyclohexane lui-même.

Dicyclohexylphénylcarbinol $C^6H^5-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}=(C^6H^{11})^2$. — Le dicyclohexylphénylméthane n'étant pas susceptible de fournir, par oxydation, le carbinol qui lui correspond, j'ai dû rechercher un autre mode d'obtention de cet alcool, et je suis arrivé à le préparer assez facilement en faisant agir le benzoate d'éthyle sur le bromure de cyclohexylmagnésium

$$C^6H^5CO^2C^2H^5 + 2C^6H^{11}MgBr = C^6H^5-\underset{\displaystyle OMgBr}{\underset{|}{C}}=(C^6H^{11})^2 + MgBrOC^2H^5,$$

$$C^6H^5-\underset{\displaystyle OMgBr}{\underset{|}{C}}=(C^6H^{11})^2 + H^2O = C^6H^5-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}=(C^6H^{11})^2 + MgBrOH.$$

J'ai suivi le mode opératoire usité en pareil cas; dans le produit final de la réaction, on isole un composé cristallisé qui, analysé, fournit des chiffres très voisins de ceux exigés par la formule $C^{19}H^{28}O$. (Trouvé, C pour 100 : 83,54; H pour 100 ; 10,37. Calculé pour $C^{19}H^{28}O$, C pour 100 : 83,82; H pour 100 : 10,33.)

Le dicyclohexylphénylcarbinol se présente sous la forme de petits prismes incolores, fusibles à 77°. Il est très soluble dans tous les dissolvants usuels. Une solution alcoolique de ce composé abandonne, par évaporation, de très beaux cristaux prismatiques, assez peu solubles à froid, fusibles à 55° et possédant la composition suivante :

$$C^{19}H^{28}O + 1,5\,C^2H^5OH,$$

De même, une solution benzénique de ce carbinol, évaporée, laisse déposer des cristaux fusibles vers 52°, qui, à l'air, s'effleurissent trop rapidement pour qu'il soit possible d'avoir un dosage exact de la benzine de cristallisation.

L'acide sulfurique concentré donne, à froid, avec le dicyclohexylphénylcarbinol une coloration jaune qui passe au brun lorsqu'on chauffe. A l'inverse de ce qui se passe avec le triphénylcarbinol (1), le dicyclohexylphénylcarbinol ne se combine pas avec

(1) Baeyer et Villiger, *Bericht. d. deut. chem. Gesell.*, t. XXXV, 1902, p. 3016.

l'aniline, le phénol, l'hydroxylamine, la phénylhydrazine ; ceci montre que les 12^{at} d'hydrogène d'addition diminuent beaucoup la basicité du radical carbinolique OH.

Distillé, même dans le vide, le carbinol perd de l'eau en donnant naissance au carbure qui lui correspond et qui possède la formule

$$C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup C^6H^{11} \\ \diagdown\!\!\diagdown C^6H^{10}. \end{matrix}$$

Cette déshydratation est du reste facilitée par l'addition de bisulfate de potassium fondu ou d'acide oxalique desséché. Ce fait est à rapprocher de celui signalé par Carl Hell et Oscar Schaal (¹) qui obtinrent le carbure $C^6H^{10} = C = (C^6H^5)^2$ en partant du diphénylcyclohexylcarbinol. Cette facile déshydratation explique l'impossibilité d'obtenir des éthers de ces alcools qui se déshydratent avant de s'éthérifier.

Dinitrophényldicyclohexylméthane

$$AzO^2 - C^6H^4 - \underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}} = (C^6H^{11})^2.$$

Lorsqu'on projette le carbinol, réduit en poudre, dans de l'acide azotique fumant, refroidi à 0°, on obtient, après précipitation par l'eau et recristallisation du produit obtenu dans l'alcool éthylique, un composé cristallisé, fusible à 150°. L'analyse de ce dérivé montre qu'il s'est produit, dans la nitration, une fixation de deux groupes AzO^2 et un départ de 1^{mol} d'eau ; il est très probable que ce composé dinitré possède la formule de constitution ci-dessus. Par suite du très faible écart existant entre les pour 100 du carbone et d'hydrogène exigé par cette formule et ceux exigés par le composé

$$(AzO^2)^2 = C^6H^3 - C \begin{matrix} \diagup C^6H^{11} \\ \diagdown\!\!\diagdown C^6H^{10}, \end{matrix}$$

j'ai vérifié que ce dernier corps ne se formait pas lorsqu'on faisait agir l'acide azotique fumant sur le carbure obtenu plus haut et ayant la formule

$$C^6H^5 - C \begin{matrix} \diagup C^6H^{11} \\ \diagdown\!\!\diagdown C^6H^{10}. \end{matrix}$$

Dans ce cas, en effet, on n'obtient qu'un dérivé mononitré, fusible vers 130°, sans qu'il soit possible d'obtenir de dérivé dinitré. Il semble donc en résulter que l'action de l'acide azotique fumant sur le dicyclohexylphénylcarbinol fournit bien le composé dinitré auquel j'ai attribué la formule de constitution

$$AzO^2 - C^6H^4 - \underset{\displaystyle AzO^2}{\underset{|}{C}} = (C^6H^{11})^2.$$

(¹) Carl Hell et Oscar Schaal, *Berich. deut. chem. Gesell.*, t. XL, 1907, p. 4162.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Mission scientifique de l'Afrique occidentale (septembre-octobre 1909).* (Extrait.) Note de M. **Chevalier**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'abondance des pluies pendant les mois de septembre et octobre, ainsi que l'état de santé des membres de la Mission ont obligé M. Chevalier à prendre un repos de plusieurs semaines dans les villes situées à proximité de la côte : Bingerville, Abidjan, Jacqueville, Dabou et dans les points du chemin de fer les plus voisins. Tout prochainement la Mission va s'enfoncer dans l'intérieur de la forêt vierge pour y faire de nouvelles recherches. Grâce à la très grande activité déployée par M. le gouverneur Angoulvant, des régions qui n'étaient pas abordables en 1907 peuvent actuellement être étudiées en sécurité, notamment les territoires du Nzi-Comoé, l'intérieur du pays Abé, le Haut-Attié. La Mission, à la demande du gouverneur, va s'y livrer à des recherches forestières, étudier les essences à caoutchouc exploitables ainsi que la distribution des palmiers à huile et déterminer les ressources variées de la grande forêt vierge.

Le temps passé par la mission dans les régions voisines des Lagunes a été consacré à des recherches sur les produits forestiers du pays.

L'arbre à caoutchouc (*funtumia elastica*) n'existe pas dans les parties de la forêt que traverse le chemin de fer; mais en revanche la Mission a observé en assez grande quantité non seulement le *landolphia owariensis*, mais surtout des lianes du genre *clitandra* fournissant un caoutchouc noir d'excellente qualité qui n'est pas encore exploité. Sa teinte noire l'a fait prendre par certaines maisons pour un mauvais *cake;* mais il a, en réalité, une haute valeur.

Les arbres de Para (*Hevea*), plantés à Dabou en 1897, ont bien réussi et la culture de cet arbre à caoutchouc donnerait sûrement des rendements satisfaisants.

Le long de la voie ferrée, la Mission a repris, à la demande de M. le gouverneur général Ponty, l'étude des bois exploitables, et une collection très complète de ces bois a été constituée en vue de l'Exposition de Bruxelles en 1910.

Tout en formant cette collection, M. Chevalier complète en ce moment les études sur les bois qu'il avait élaborées au cours de la Mission de 1907 et

qui ont été récemment publiées ([1]). Une douzaine de nouveaux bois sont déjà catalogués et viennent s'ajouter aux 160 espèces que la Mission avait reconnues en 1905 et 1907. Il est probable qu'au fur et à mesure que la Mission s'avancera vers la lisière nord de la forêt, elle découvrira encore de nouvelles essences. M. Chevalier a pu en outre observer que beaucoup de ces arbres donnent des substances oléagineuses vraisemblablement utilisables dans l'industrie. Des prélèvements de graines ont été faits et vont être envoyés au Muséum pour être étudiés par des chimistes compétents.

Ces études de la forêt le long de la voie ferrée ont été grandement facilitées par tout le personnel civil et militaire du Railway de la Côte d'Ivoire et en particulier par son dévoué directeur, M. le capitaine Thomasset. Notons en passant que M. Chevalier, qui avait déjà parcouru cette région en 1905 et 1907, a constaté cette année de grandes améliorations dans l'aménagement de la voie. Le rail, qui atteint aujourd'hui le Nzi au kilomètre 183, a traversé dans les savanes du Nord des sols pierreux qui ont permis d'approvisionner de ballast les parties de la voie situées en forêt. Aux terrassements en argile peu résistante ont été substituées de belles chassées bien empierrées. En outre, tous les arbres voisins de la voie ont été abattus et le train circule aujourd'hui dans une large éclaircie. Ajoutons enfin que le prix de revient du kilomètre dans les travaux neufs a été très abaissé et le trafic qui se fait sur la voie s'est beaucoup accru depuis une année.

La Mission s'est occupée du Palmier à huile, dans la région des Lagunes.

De toutes les plantes oléagineuses de la Côte d'Ivoire la plus intéressante est certainement ce Palmier qui donne déjà lieu à d'importantes exportations en huile et amandes de palme.

La mission a reconnu qu'il présentait aux environs de Jacqueville et de Dabou, grands centres de production pour l'huile de palme, d'assez nombreuses variétés identiques à celles qui ont déjà été signalées au Dahomey. Certaines de ces variétés donnent des rendements élevés et deux surtout des huiles supérieures. La Mission ira bientôt étudier cette question des races du Palmier à huile au Dahomey. Cette étude, suivie d'expériences culturales, peut conduire à des résultats pratiques très importants. Le jour où l'on cultivera des variétés sélectionnées pures et à grand rendement du Palmier à huile, le planteur sera en possession de races lui permettant de produire de l'huile de palme d'une manière rémunératrice, alors que, s'il se

---

([1]) *Première étude sur les bois de la Côte d'Ivoire* avec une Carte en couleur publiée par le Ministère de l'Instruction publique [*Nouvelles Archives de Missions*, un volume de 314 pages in-8° (Challamel, éditeur)].

contente de le cultiver comme l'indigène, il est très probable qu'il n'arrivera pas à couvrir ses frais.

L'exploitation du Palmier à huile sélectionné et bien cultivé sera, par rapport à l'exploitation des Palmiers à huile sauvages ou mal entretenus par les indigènes, l'analogue de l'exploitation du caoutchouc d'Hevea cultivé par rapport à la cueillette des caoutchoucs de plantes sauvages.

Les sujets variés sur lesquels portent les travaux de la Mission sont une preuve de la richesse de ces régions forestières de l'Afrique occidentale. A l'encontre de ce qui existe au Soudan, où les denrées exploitables proviennent pour la plupart de la culture et de l'activité des habitants, dans la forêt de la Côte d'Ivoire, au contraire, les produits susceptibles d'alimenter le commerce d'exportation existent à l'état naturel.

Malheureusement la main-d'œuvre pour les exploiter est très rare, les peuplades de la forêt étant très clairsemées et peu disposées à travailler, du moins dans l'état actuel des choses.

M. Chevalier pense donc que la forêt de la Côte d'Ivoire ne pourra véritablement être exploitée rationnellement que lorsque les Soudanais pourront la sillonner de toutes parts. L'œuvre qu'accomplit en ce moment le Gouvernement local en ouvrant à travers la forêt dans toutes les directions de larges routes accessibles aux caravanes prépare donc l'avenir d'une manière très heureuse : la Mission a en effet constaté dans les parties les plus reculées de la forêt, notamment chez les Dans anthropophages, que, sitôt qu'une route est ouverte, les colporteurs soudanais s'y aventurent et quelques-uns s'y fixent, soit comme trafiquants, soit comme exploitants des produits spontanés.

BOTANIQUE. — *Sur quelques faits relatifs à l'hybridation des* Citrus *et à l'origine de l'Oranger doux* (Citrus Aurantium). Note de M. L. **Trabut**, présentée par M. Guignard.

En 1902, j'ai appelé l'attention sur une Orange nouvelle, du groupe des Mandarines ou Tangerines, que j'ai nommée *Clémentine*. Cette Clémentine provenait d'un semis de Mandarine et, suivant toute probabilité, était le résultat de l'hybridation du Mandarinier par un Bigaradier à feuilles étroites.

La Clémentine est aujourd'hui assez répandue dans les nouvelles orangeries; elle a un fruit vivement coloré comme une Bigarade, très doux et mûr bien longtemps avant la Mandarine algérienne.

Les semis de Clémentine, effectués, depuis 8 ans, m'ont toujours donné des plants présentant une très grande variation. On remarque de suite des sujets à feuilles de Mandarinier, avec l'odeur très caractéristique, des sujets à feuilles étroites, avec le parfum du Bigaradier, et enfin des sujets à feuilles larges ressemblant à des Orangers doux ordinaires. La proportion de ces formes est difficile à fixer, un grand nombre des jeunes plants ayant péri la première année; il reste surtout des Orangers doux et environ 10 pour 100 de Bigaradiers et Mandariniers. Ces variations m'ayant paru, dès le début, d'un intérêt pratique, j'ai fait faire des semis nombreux de Clémentine, et j'ai même distribué des graines.

Les sujets ayant l'aspect du Mandarinier n'ont pas encore fructifié; mais aucun doute n'est permis sur leur détermination. Les Bigaradiers appartiennent à un type bien spécial, avec des feuilles longues étroites, dentées; le fruit, petit, ayant l'apparence d'une mandarine, est très amer, avec des graines à embryon vert. Les Orangers doux, qui sont les plus nombreux, ont commencé à fructifier; ils portent des oranges ne différant en rien du type *Citrus Aurantium*. La chair est très sucrée, peu acide, bien parfumée. Quelques sujets seront conservés comme bons à propager, en raison de leur précocité et de leur bonne qualité.

Il ne peut être question pour le moment de vérifier les lois de la descendance des hybrides; mais on peut, de ces premières expériences, déduire que si la Clémentine, née par hybridation du *Citrus nobilis* et d'un *Citrus Bigaradia*, présente bien des caractères de ces deux Citrus, la première descendance de cet hybride n'est pas bien en règle avec la loi de Mendel, car elle se compose d'une faible proportion de Mandariniers, de quelques Bigaradiers très spéciaux, enfin d'hybrides différents de la Clémentine, qui sont simplement des Orangers doux en tout conformes aux variétés que l'on réunit sous le nom spécifique de *Citrus Aurantium*.

Le nombre des sujets en fruit ne permet pas encore d'affirmer que le type Clémentine ne se montrera pas parmi les hybrides. Les fruits, examinés jusqu'à ce jour, sont absolument des oranges vraies, sans aucun caractère rappelant la Bigarade ou la Mandarine.

De ces observations, il semble possible de tirer les conclusions suivantes :

a. Le Bigaradier, qui ne paraît pas s'hybrider facilement avec l'Oranger doux, s'hybride avec le Mandarinier.

b. De cette hybridation, il résulte un certain nombre de *Citrus* ayant des caractères mixtes entre le Bigaradier et le Mandarinier, comme la Clémentine obtenue en Algérie. La Dancy Tangerine, la Mandarine de Saïgon, le King Siam, la Naartje de l'Afrique australe ont probablement même origine.

c. Les produits de la deuxième génération sont, dans la proportion de 80 pour 100, des hybrides Mandarinier-Bigaradier ayant des caractères

oscillant de la Clémentine à l'Orange douce ordinaire, avec prédominance du type Orange ; l'autre partie est constituée par des Mandariniers et par des Bigaradiers qui ont l'amertume et les glandes concaves du Bigaradier, mais la forme du fruit et les embryons verts du Mandarinier. Ce fruit doit se classer avec les Chinois.

d. Ces hydrides sont fertiles.

e. L'Oranger doux (*Citrus Aurantium*), qui est généralement considéré comme une espèce née dans les cultures, peut être obtenu par l'effet du croisement d'un *Citrus nobilis* et d'un *C. Bigaradia.*

f. Le *Citrus Aurantium* a dû prendre naissance par une hybridation fortuite dans les pays où l'on cultive les deux parents.

g. La couleur verte des embryons, si caractéristique du *Citrus nobilis*, se maintient dans les embryons des hybrides à fruits amers observés jusqu'à ce jour.

h. Enfin il paraît démontré que, par le moyen des croisements, il est possible d'obtenir, en combinant les caractères des Citrus, les fruits les plus variés.

D'autre part, on est fondé à admettre que les nombreuses formes connues proviennent d'hybridations ou de métissages fortuits, rendant très incertaines les limites entre les espèces primitives ayant concouru à la formation des races nées et conservées dans les cultures.

BOTANIQUE. — *Sur la pluralité des types de végétation dans les sols tourbeux du nord de la France.* Note (¹) de M. **E. Coquidé**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les vallées de la région du Nord, celle de la Somme en particulier, présentent beaucoup de tourbières. Lorsque la tourbe continue à se former, on dit que la tourbière est *vive*; je ne m'occuperai ici que de la végétation observée dans une tourbière *morte*. Le sol tourbeux de la Somme est souvent recouvert de hautes herbes très denses.

Espèces dominantes : Roseaux, *Typha,* Iris, Scrofulaires, Salicaires, Menthes, Myosotis, Pigamons, Renoncules, certains *Galium, Cirsium oleraceum*, etc.

Cette végétation a les caractères essentiels communs aux plantes qui

(¹) Présentée dans la séance du 6 décembre 1909.

poussent dans des terrains très humides quelle que soit la nature de ces terrains (sol argileux, granitique, etc.) : taille très grande (souvent plus de 2^m); tige dressée ou grimpante; feuilles grandes, molles, d'un vert clair, fréquemment découpées; appareil souterrain développé, surtout horizontalement. Au point de vue anatomique, les caractères dominants sont l'importance de la moelle, le développement des lacunes et des méats, la faiblesse relative de la lignification.

Les endroits tourbeux ne sont pas tous marécageux. A côté du facies décrit plus haut, que j'appellerai *facies jungle* à cause de son apparence, il existe un facies opposé que j'appellerai facies *xérophytique*. On rencontre des tourbières de ce genre non seulement dans le Nord mais aux environs de Paris, en Champagne, etc. On trouve dans les tourbières du type xérophytique quelques espèces existant aussi dans les tourbières du type marécageux (*Centaurea nigra, Ranunculus acris*, etc.). La plupart des espèces ont pour habitat ordinaire des terrains moyens (*Brunella vulgaris*, *Bellis perennis*, *Sinapis arvensis*, etc.) ou même des sols arides (*Cerastium glomeratum, Potentilla argentea, Thymus Serpyllum*, etc.).

Toutes ces plantes ont un aspect souffreteux, leur taille est réduite (Ex.: *Scabiosa succisa* de 15^{cm} environ, *Sonchus asper* ayant moins de 10^{cm}, *Centaurea nigra*, moins de 12^{cm}, etc.).

Beaucoup d'espèces qui abondent dans ce facies n'ont pas de tige développée et les feuilles forment une rosette à la base (Plantain, Pâquerette, etc.). Les espèces qui n'ont pas ce port normalement tendent à l'acquérir par le raccourcissement de la tige. Les feuilles sont entières, velues, réduites en nombre et en grandeur. La racine est forte et longuement pivotante; il y a une opposition frappante entre le nanisme de la partie aérienne et le gigantisme de la racine.

Au point de vue anatomique on remarque souvent l'absence ou la très grande réduction de la moelle, ou bien, au contraire, la présence d'une moelle gorgée d'eau, sans méats. Autour de ce tissu aquifère, que j'appellerais volontiers *hydrenchyme*, on trouve un tissu scléreux ininterrompu. Il semble qu'il y ait là une adaptation de la plante pour résister à la sécheresse et pour que la moelle constitue un organe de réserve pour l'eau. Les plantes qui, dans les tourbières xérophytiques, présentent ce tissu aquifère, en sont dépourvues dans les terrains moyens. Dans les tiges un peu âgées, cet hydrenchyme médullaire disparaît et un vide occupe le centre de l'anneau lignifié. Dans les feuilles, l'épiderme est épais, le tissu palissadique très développé, le tissu lacuneux presque nul.

Tous ces caractères sont absolument les mêmes que ceux que présentent les végétaux venus sur les coteaux de craie et en général sur tous les sols arides. On voit que les tourbières mortes sont loin d'être toujours des marécages, et que ce second facies est tout l'opposé du premier. Il y a des transitions entre ces deux extrêmes; mais elles sont peu répandues et c'est le type sec, non étudié jusqu'ici, qui est pourtant le plus répandu.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la résistance du Châtaignier du Japon à la maladie de l'encre.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que le Châtaignier, qui, par la variété de ses produits, par sa rusticité, par son aptitude à s'accommoder des sols les plus ingrats, constitue une de nos essences les plus précieuses, tend de plus en plus à disparaître. Les causes de cette disparition sont multiples; mais l'une des plus inquiétantes consiste dans l'extension croissante d'une maladie très grave, la *maladie de l'encre*, qui a décimé les châtaigneraies du Portugal, de l'Espagne, de l'Italie et qui a déjà détruit en France plus de 10000^ha de châtaigneraies.

La disparition du Châtaignier a eu des conséquences désastreuses pour beaucoup de régions des Pyrénées, du Plateau central, des Cévennes, où aucune autre culture ne peut utilement prendre sa place et où les anciennes châtaigneraies, passées à l'état de friches improductives, sont livrées sans défense aux funestes effets du ruissellement. La reconstitution des châtaigneraies est pour ces régions une nécessité impérieuse. L'Administration de l'Agriculture, très préoccupée de la rendre possible, voulut bien me confier une mission en vue de la solution de ce difficile problème. Ce sont les principaux résultats de cette mission que je me propose de résumer aujourd'hui.

La *maladie de l'encre* étant une maladie cryptogamique des racines, il me parut indiqué de procéder comme on l'avait fait pour reconstituer les vignobles détruits par le phylloxera, c'est-à-dire de rechercher si parmi les Châtaigniers exotiques, il n'en était point qui, tout en ayant des racines résistantes à la maladie, fussent aptes à être cultivés directement ou à servir de porte-greffe à nos variétés indigènes. Le Châtaignier du Japon (*Castanea crenata* Sieb. et Zucc.) et le Châtaignier d'Amérique (*Castanea dentata* Borkh.) me parurent propres à remplir ce dernier rôle. Restait à déterminer leur résistance à la *maladie de l'encre*.

Des plants de Châtaignier du Japon et de Châtaignier d'Amérique ont

été plantés en mélange avec des plants de Châtaignier indigène destinés à servir de témoins, dans les parties malades et dans les parties saines de châtaigneraies inégalement attaquées par la *maladie de l'encre*, situées dans des régions différentes et occupant des sols de nature variée.

Châtaigneraie de Villembits (*Hautes-Pyrénées*). — La maladie y sévit sous sa forme grave typique : des Châtaigniers de 50 ans y meurent en 3 à 5 ans.

Les Châtaigniers d'Amérique y sont en expérience depuis 6 ans et les Châtaigniers du Japon depuis 5 ans. Dans la partie saine de la châtaigneraie, les 8 Châtaigniers d'Amérique mis en expérience sont encore vivants; un seul Châtaignier indigène témoin sur 14 est mort; 2 Châtaigniers du Japon sur 6 sont morts. Dans la partie contaminée, les 52 Châtaigniers indigènes témoins sont tous morts, 22 Châtaigniers d'Amérique sur 28 ont péri et 6 Châtaigniers du Japon sur 24 sont morts.

Si l'on rapproche la mortalité totale des Châtaigniers indigènes témoins dans la partie contaminée, de leur conservation presque complète dans la partie saine, on peut apprécier la gravité du foyer. Les Châtaigniers d'Amérique restés tous vivants dans la partie saine ont présenté, dans la partie contaminée, une mortalité très élevée qui montre que leur résistance, bien qu'un peu supérieure à celle du Châtaignier indigène, est pratiquement insuffisante. La mortalité des Châtaigniers du Japon est la même dans la partie saine et dans la partie contaminée; elle ne m'a pas paru, pour ce motif et pour d'autres tirés en particulier de l'examen des plants morts, devoir être attribuée à la *maladie de l'encre*, mais à une reprise difficile de cette essence dans les sols argileux compacts comme ceux de Villembits; les faits observés dans les autres stations d'expérience sont venus confirmer cette interprétation.

Châtaigneraie du Lindois (*Charente*). — Cette châtaigneraie renferme un foyer d'une extrême gravité : des Châtaigniers de 30 à 40 ans y meurent en 1 à 3 années. Dans la partie saine de la châtaigneraie les 18 Châtaigniers du Japon et les 18 Châtaigniers indigènes plantés en mars 1908 et en mars 1909 sont tous vivants. Dans le foyer, la première année de la plantation (mars 1908), 25 Châtaigniers indigènes sur 30 sont morts, tandis que 29 Châtaigniers du Japon sur 30 sont restés vivants, le trentième n'ayant point repris.

En mars 1909, les Châtaigniers indigènes morts dans le foyer ont été remplacés. Le 1er juillet les nouveaux plants accusaient partout une reprise normale. Le 25 octobre, bien que l'humidité de l'été ait accru la résistance relative des plants, 12 Châtaigniers indigènes sur 16 avaient succombé dans la partie du foyer la plus atteinte; dans la partie la moins atteinte, sur 14 Châtaigniers indigènes, 3 étaient morts et 6 étaient moribonds (1). Aucun Châtaignier du Japon n'est mort en 1909.

Châtaigneraie de Saint-Laurent-Bretagne (*Basses-Pyrénées*). — La maladie y sévit sous sa forme à évolution lente : les Châtaigniers adultes peuvent résister pendant 10 ans et plus. Après 2 années de végétation, les Châtaigniers du Japon sont tous vivants dans le foyer comme dans la partie contaminée; les Châtaigniers indigènes

(1) Les Châtaigniers atteints par la maladie de l'encre meurent, dans la règle, de juillet à septembre.

sont tous vivants aussi dans la partie saine; mais dans le foyer, 4 Châtaigniers indigènes sur 25 sont morts et la plupart des autres sont moribonds.

On voit que la résistance du Châtaignier du Japon se manifeste également dans les trois types de foyers que j'ai pris comme exemples. Cette résistance s'affirme depuis 6 ans dans le bassin des Ihles (Aude), depuis 7 ans dans la châtaigneraie d'expérience de Vialer (Basses-Pyrénées). Dans l'une et l'autre de ces deux stations, les Châtaigniers du Japon ont seuls survécu, tandis que les Châtaigniers indigènes et les Châtaigniers d'Amérique, plantés en même temps qu'eux, sont tous morts en 1 à 3 ans.

Tous les faits d'ordre expérimental que j'ai pu observer sont favorables à la résistance du Châtaignier du Japon à la *maladie de l'encre*. Ils tirent une grande valeur démonstrative de leur généralité et de leur constance depuis 7 années. Leur force de démonstration est encore accrue par ce fait d'observation générale que non seulement le Châtaignier du Japon survit dans les foyers où meurent le Châtaignier indigène et le Châtaignier d'Amérique, mais qu'il s'y développe vigoureusement, même lorsqu'il se trouve en concurrence avec la végétation spontanée herbacée ou sous-frutescente. La vigueur de son développement dans des stations très variées fournit d'autre part des indications rassurantes sur ses facultés d'acclimatation.

Les constatations qui précèdent peuvent avoir des conséquences économiques importantes.

BOTANIQUE. — *Variations du* Zinnia elegans *sous l'action des traumatismes.* Note de M. **Paul Becquerel**, présentée par M. L. Mangin.

Dans mon jardin, une plate-bande de Zinnias, dont les graines avaient été semées en mars, ayant gelé vers le 20 mai, je fis couper au ras du sol toutes les tiges détériorées.

A la suite de cette opération, de la base des tiges traumatisées, s'élancèrent de nombreux rejets qui donnèrent de très belles fleurs, depuis juillet jusqu'en novembre.

Parmi toutes ces fleurs j'ai constaté une série de variations brusques affectant la couleur des fleurons et de leurs écailles, la structure des capitules, et le mode de groupement des feuilles sur la tige.

Ainsi un Zinnia double, à fleurons ligulés blancs striés de rouge, a présenté une

douzaine de fleurs nouvelles, dont les capitules étaient constitués soit à moitié, soit aux deux tiers, ou dans leur totalité, de fleurons rouges.

Le même fait a été observé pour un autre pied de Zinnia double à grandes fleurs jaunes striées de pourpre. Certaines de ces fleurs avaient des capitules composés, pour moitié, de fleurons ligulés entièrement pourpres.

Dans les variétés de Zinnias doubles, à fleurons non striés, n'ayant qu'une seule couleur, j'ai rencontré aussi des changements brusques de coloration.

Un Zinnia double à fleurs rouges m'a donné des rejets portant de superbes fleurs blanches.

Un autre pied à fleurs blanches, a produit des rejets à fleurs mauves.

D'autres variétés de Zinnias à fleurs simples, striées, ont offert des variations identiques; un Zinnia à larges fleurons blancs ligulés, striés de fines raies rouges, a fourni des rameaux sur lesquels s'épanouirent de belles fleurs rouges.

Pour toutes ces fleurs simples ou doubles, striées ou non, le changement brusque de coloration s'est produit sur tous les fleurons ligulés et sur toutes les paillettes des fleurons du centre du capitule.

J'ai encore obtenu de curieuses modifications dans la forme et la structure des capitules. Sur des Zinnias carmins et roses, j'ai trouvé des fleurs monstrueuses possédant deux, trois et même quatre réceptacles coniques sur lesquels étaient insérés des fleurons normaux [1].

Enfin certains Zinnias doubles carmins ont eu des tiges où les feuilles bizarrement tordues et dressées se sont groupées en plusieurs verticilles assez rapprochés les uns des autres, comme s'il y avait eu entre les différents nœuds un arrêt de croissance. Les capitules de ces fleurs étaient en partie atrophiés; leurs fleurons ligulés et tubuleux ne renfermaient aucune étamine. Pour ce cas particulier, à l'action du traumatisme il faudra probablement ajouter celle de la piqûre de certains insectes, bien qu'au moment de mes observations il m'ait été impossible d'en déceler la présence.

Tous les cas de variations cités ci-dessus sont assez rares chez les Zinnias. Depuis 10 ans que je les cultive je ne les avais pas encore aperçus. Toutes ces variations rentrent dans la catégorie des variations brusques par bourgeons à laquelle Darwin a consacré plusieurs chapitres de son beau travail *Sur la variation des plantes et des animaux*.

Mes observations ont cet intérêt, c'est qu'elles peuvent s'appliquer à la plupart des cas de changement brusque de colorations, bien connus chez les Camélias, les Aubépines, les Azalées, les Roses, les Dahlias, les Œillets, les Cyclamens. En effet, pour ces plantes comme pour les Zinnias, la cause de la manifestation de la variation brusque d'un de leurs bourgeons doit être recherchée dans la modification de leur nutrition par suite de la sup-

---

[1] Penzig, dans sa *Tératologie végétale*, a cité une fleur monstrueuse de *Zinnia elegans* ayant deux capitules, mais il n'a pas eu connaissance des autres anomalies.

pression de la tige ou de certains rameaux qui résulterait de l'action du gel ou d'un traumatisme occasionnel à une certaine période de leur croissance.

Sous l'influence de la surnutrition, la stabilité du type floral a subi une certaine atteinte et *d'autres* caractères ont apparu. Quant à ces caractères, il ne faudrait pas croire qu'ils sont entièrement nouveaux, ou qu'ils se présentent dans des combinaisons nouvelles pour former de nouvelles espèces, ainsi que certains mutationnistes seraient tentés de l'admettre. La surnutrition ou le trausmatisme n'expliquent aucunement la nature et l'origine première de ces variations. Pour en connaître la véritable signification, il faudrait être renseigné sur le très long passé de l'espèce.

Aussi Darwin lui-même nous a donné un excellent exemple de prudence scientifique en ne s'engageant pas à appeler *nouvelles* les variations brusques par bourgeon.

En semant les graines des Zinnias qui ont varié (graines qui proviennent des fleurs que j'ai isolées et fécondées), nous saurons plus tard si les caractères que j'ai décrits sont stables, ou s'ils ne sont pas dus à une sorte d'allotropie comme en présentent certaines variétés, qui depuis des centaines d'années ont toujours donné les mêmes changements de coloration ou de forme chaque fois qu'elles ont été placées dans les mêmes conditions de surnutrition.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Transformation partielle des matières grasses alimentaires en mannites par les digestions pepsique et pancréatique* in vitro. Note de M. ÉMILE GAUTRELET, présentée par M. Bouchard.

L'examen polarimétrique des produits des digestions pepsique et pancréatique *in vitro* de pains riches en matières grasses (tels certains pains antidiabétiques) nous ayant montré qu'il y avait formation de mannites, mannite gauche pour la digestion gastrique artificielle, mannite droite pour la digestion intestinale artificielle, nous avons voulu nous rendre compte si ces polyoses étaient bien le résultat de l'attaque chlorhydro-pepsique ou alcalino-pancréatique des graisses alimentaires.

Dans une seconde série d'expériences nous avons mis à digérer encore *in vitro*, soit avec de l'acide chlorhydrique et de la pepsine, soit avec de la soude et de la pancréatine, de l'huile d'olives, de l'huile de colza, du beurre, de l'axonge, du suif; et nous avons obtenu de même des mannites, gauches ou droites, selon la forme pepsique ou pancréatique de l'attaque digestive artificielle.

Une troisième série d'expériences a porté sur les deux principaux produits physiologiques gras : le jaune d'œuf et le lait (lait de femme, lait d'ânesse, lait de vache ordinaire, lait de vache stérilisé, lait de vache homogénisé); et nous avons encore constaté la même présence de mannites gauche et droite dans les solutums digestifs artificiels, mais dont les chiffres de production variaient avec l'état de la division de la matière grasse.

Dans une quatrième série d'expériences nous avons fait varier les proportions d'acide chlorhydrique et de soude de nos digestions artificielles; et il y a eu encore production de mannites; mais pour la digestion gastrique artificielle le chiffre de mannite gauche croissait proportionnellement avec la quantité d'acide chlorhydrique employé.

Une cinquième et une sixième séries d'expériences nous ont enfin montré que le chauffage à + 37° C. de matières grasses, soit avec de l'acide chlorhydrique seul ou de la soude isolément, soit avec de la pepsine isolée ou de la pancréatine exclusivement, ne donnait pas lieu à la formation de mannites.

D'où nous concluons :

1° Les digestions artificielles chlorhydro-pepsique et sodico-pancréatique des matières grasses donnent des mannites;

2° Ces mannites sont : lévogyres pour la digestion chlorhydro-pepsique, dextrogyres pour la digestion sodico-pancréatique;

3° La proportion de mannites produites dans les digestions artificielles dépend, en général, de l'état de division de la matière grasse;

4° La proportion de mannite gauche de la digestion chlorhydro-pepsique artificielle des matières grasses dépend de la quantité d'acide chlorhydrique en réaction.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la déshydratation de l'organisme par les voies pulmonaire et cutanée, et ses variations avec l'altitude.* Note de MM. **H. Guillemard**, **R. Moog** et **G. Regnier**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une Note précédente (¹) nous avons décrit une méthode permettant de mesurer la perte d'eau que subit l'organisme par les poumons et la peau, et indiqué les premiers résultats obtenus. Nous avons pu les compléter cet été par de nouvelles expériences effectuées au mont Blanc au cours d'un séjour que nous avons fait du 29 août au 6 septembre à l'Observatoire Vallot (4350^{m}). Nous adressons tous nos remercîments à M. le Professeur

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 1624.

Arm. Gautier pour le bienveillant intérêt qu'il continue à prendre à nos recherches et à M. Vallot pour l'hospitalité qu'il nous a accordée à son Observatoire des Bosses.

Les expériences ont porté, tant à Paris qu'au mont Blanc, sur trois sujets d'âge, de taille et de poids différents; elles étaient effectuées soit le matin à jeun, soit l'après-midi; les résultats se sont d'ailleurs montrés peu différents dans ces deux cas. Le Tableau suivant réunit les moyennes de nos nombreuses observations :

		H. G.		R. M.		G. R.	
		Paris.	Mont Blanc.	Paris.	Mont Blanc.	Paris.	Mont Blanc.
Conditions climatériques.	Température	16°	5°	16°	1°,7	19°,8	5°,8
	Pression	762^{mm}	446^{mm}	761^{mm}	443^{mm}	759^{mm}	449^{mm}
	Humidité absolue	$10^{g},70$	$4^{g},05$	$11^{g},24$	$3^{g},1$	$12^{g},96$	$4^{g},5$
Débit respiratoire par heure	apparent (¹)	449^{l}	620^{l}	407^{l}	559^{l}	379^{l}	584^{l}
	réel (²)	397^{l}	316^{l}	375^{l}	284^{l}	326^{l}	300^{l}
Altérations de l'air inspiré.	CO^2 dégagé pour 100	4,01	6,27	3,07	5,90	4,17	6,15
	O^2 absorbé pour 100	4,48	7,23	3,46	6,37	4,83	6,69
Quotient respiratoire		0,89	0,87	0,91	0,92	0,86	0,91
Intensité des échanges.	CO^2 exhalé par heure	$15^{l},93$	$19^{l},81$	$11^{l},53$	$16^{l},79$	$14^{l},12$	$18^{l},39$
	O^2 absorbé par heure (³)	$17^{l},76$	$22^{l},62$	$12^{l},99$	$18^{l},11$	$16^{l},16$	$20^{l},05$
Perte de poids à l'heure		52^{g}	38^{g}	48^{g}	41^{g}	47^{g}	40^{g}
Perte d'eau à l'heure		46^{g}	31^{g}	44^{g}	34^{g}	42^{g}	33^{g}
Rapport de déshydratation (⁴)		0,87	0,81	0,90	0,81	0,89	0,80

L'examen de ces nombres conduit aux conclusions suivantes :

La perte de poids du corps s'est montrée, comme dans nos expériences précédentes, plus faible en montagne qu'en plaine; il en est de même de la perte d'eau, ce que l'on doit attribuer sans doute à l'action du froid et de la dépression atmosphérique; Foa a montré, en effet (⁵), que l'homme exhale moins de vapeur d'eau dans l'air raréfié qu'à la pression ordinaire. On voit, de plus, que le rapport entre la perte d'eau et la perte de poids totale est toujours plus faible en montagne qu'en plaine.

Ce fait vient à l'encontre de l'hypothèse de Grawitz, d'après laquelle l'hyperglobulie des altitudes ne serait qu'apparente et résulterait uniquement de la concentration du sang, due à une déshydratation excessive

(¹) A 36° et sous la pression du lieu.
(²) A 0° et sous la pression de 760^{mm}.
(³) Par dosage dans l'air exhalé.
(⁴) Rapport de la perte d'eau à la perte de poids totale.
(⁵) *Archives ital. de Biologie*, t. XLI, 1904.

de l'organisme; nous venons de voir, en effet, que la déshydratation diminue au mont Blanc précisément dans les conditions où nous avons nous-mêmes observé l'hyperglobulie([1]); la néoformation d'hématies paraît bien définitivement être le mécanisme par lequel l'économie s'adapte à la vie dans l'air raréfié des hautes montagnes.

Une autre conséquence de cette observation est la suivante. Au cours des différents séjours que nous avons faits au sommet du mont Blanc, nous avons observé comme symptôme constant du mal de montagne une oligurie notable, la quantité de liquide ingéré étant au moins égale à ce qu'elle était en plaine([2]). Ce fait ne pouvant être expliqué par une exagération de la déshydratation pulmonaire et cutanée, il faut admettre que la perméabilité rénale a diminué. Si l'on rapproche de cette observation les résultats de l'analyse urinaire qui décèle une formation très exagérée de matériaux azotés incomplètement brûlés, on est amené à considérer l'oligurie du mal de montagne comme un symptôme d'une véritable auto-intoxication; il y a bien, en effet, rétention d'eau par l'économie, car à la période d'oligurie, qui dure quelques jours, succède une phase de polyurie, véritable crise urinaire, qui marque la fin des accidents morbides.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la réaction du milieu sur la filtration des diastases.* Note de M. **Maurice Holderer**, présentée par M. E. Roux.

On sait que la grosseur des micelles d'un colloïde est fonction de la réaction du milieu ([3]). Comme une partie au moins des diastases (la complémentaire activante de Gabr. Bertrand) est de nature colloïdale, il m'a paru utile d'étudier la filtration des diastases en faisant varier très légèrement la réaction ([4]). J'ai choisi pour mes recherches une diastase réputée peu filtrable : la sucrase (ou invertine) de l'*Aspergillus niger*. Pour préparer cette sucrase j'ai employé la méthode indiquée en 1883 par Duclaux. Le mycélium de la plante, cultivée sur liquide Raulin, est, après sporulation, lavé rapidement et mis à macérer sur de l'eau distillée.

([1]) *Journal de Physiol. et Pathol. générales*, t. IX, p. 17.

([2]) *Journal de Physiol. et Pathol. générales*, t. VIII, p. 593.

([3]) J. Perrin, *Journ. de Chim. phys. de Genève*, 1904 et 1905, et Mayer, Schaeffer et Terroine, *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 918.

([4]) Un Mémoire plus détaillé paraîtra ailleurs.

Je prépare une solution de soude décime et une solution de HCl telle que les deux solutions se neutralisent très exactement goutte à goutte. L'indicateur est le tournesol à l'ébullition. J'emploie une sucrase provenant d'une macération de 20 heures à 38°; 10^{cm^3} du liquide jaune clair virent à la phénolphtaléine après addition de 4 gouttes de soude; au méthylorange il faut 5 à 6 gouttes de HCl.

Dans le Tableau suivant j'indique les résultats du dosage de l'activité de la sucrase ayant subi différents traitements. La méthode est à peu près celle de M. A. Fernbach (¹) opérant sur 2^{cm^3} de chaque diastase avec 3^{cm^3} d'eau et 5^{cm^3} d'une solution sucrée. Celle-ci contient 20 pour 100 de saccharose, 2 pour 100 d'acide acétique et des traces d'acétate de soude qui, par double décomposition, remplaceront des traces de HCl éventuellement en excès, par de l'acide acétique. Le tout est porté 1 heure au bain-marie à 55°-56°.

L'action de la diastase est ensuite arrêtée par de la soude et chaque mélange est amené à 50^{cm^3}. Je dose sur 20^{cm^3} le sucre réducteur formé par la méthode de Gab. Bertrand (²). F dans le Tableau signifie une filtration faite sur 40^{cm^3} de sucrase additionnée d'acide, de base ou d'eau. Les 25^{cm^3} qui passent en premier sont rejetés. Les filtrations se font avec des bougies Chamberland F contrôlées par insufflation d'air après immersion dans l'eau. A signifie une addition d'acide à raison de 4 gouttes pour 10^{cm^3} de sucrase. B est une addition de base à la même dose. T signifie un temps de contact de 4 heures environ. A+T+F+B signifiera donc que 40^{cm^3} de sucrase +16 gouttes d'acide restent en contact presque 4 heures. On filtre à la bougie et, sur les dernières portions du filtrat, on prélève 10^{cm^3} et 4 gouttes auxquels on ajoute 4 gouttes de base. A + T + B veut dire : 10^{cm^3} de sucrase avec 4 gouttes d'acide; après un contact de 4 heures on ajoute 4 gouttes de soude.

Nos.	Diastase.	Sucre interverti total.	Sucre interverti par la diastase seule.	
				Pour 100.
		mg	mg	
1	Normale	79,5	54,5	12,9
2	Normale bouillie	25,0	0	0
3	Normale F	38,5	13,5	3,2
4	A + T + F + B	27	2	0,4
5	A + T + B	78	53	12,6
6	B + T + F + A	77	52	12,4
7	B + T + A	77	52	12,4

Le n° 2 donne le sucre réducteur dû à l'action de l'acide seul. Retranchant cette quantité de la ligne 3 on a la ligne 4. On voit que la diastase filtrée acide (4) ne donne plus qu'un dédoublement de 0,4 pour 100 au lieu de 12,9 pour 100. Ce n'est pas l'effet de l'acide et de la base, car la même diastase non filtrée donne 12,6 pour 100 (n° 5). Les nos 6 et 7 sont identiques,

(¹) A. Fernbach, *La sucrase* (*Thèse Sciences physiques*), Paris, 1890.
(²) Gab. Bertrand, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, 1906, p. 1285.

c'est-à-dire que la filtration en milieu neutre à la phtaléine n'a en rien affaibli la diastase. J'ai fait ainsi 7 séries d'expériences et j'ai toujours eu les mêmes résultats.

Ma sucrase provenait d'une macération de 20 heures à 38°. En prolongeant la macération j'ai vu que l'acidité à la phtaléine reste presque constante. Mais l'alcalinité au méthylorange croît, et d'autant plus que la plante est plus jeune, au commencement de la macération. J'ai eu par exemple, après 3 jours, une sucrase demandant 60 gouttes de HCl au lieu de 5 pour virer au méthylorange. A la phtaléine il fallait 5 gouttes de soude. On est donc très loin de la neutralité au méthylorange. Aussi cette sucrase traverse la bougie, même en ajoutant 5 gouttes d'acide acétique par exemple. Mais après 3 jours de macération le liquide est rouge noir, très foncé. Il est impossible de titrer directement. J'enlève la matière colorante de la manière suivante : Je neutralise presque avec HCl au méthylorange. Après 15 minutes, la matière colorante, tout comme la diastase, se coagule. Je filtre sur papier ordinaire, et sur le filtrat ainsi décoloré, additionné des eaux de lavage, je continue la titration, rajoutant encore HCl, ou, s'il y en a trop, de la soude, pour venir à la neutralité au méthylorange.

Application. — Pour extraire une diastase, il faut qu'elle filtre au travers des parois des cellules. En alcalinisant l'eau nous devrons faciliter l'extraction, En effet :

Trois cuvettes identiques d'*Aspergillus niger* sont mises à macérer chacune avec 140^{cm^3} d'eau distillée. A l'une A j'ajoute 20^{cm^3} de HCl $\frac{n}{5}$; à l'autre B 10^{cm^3} d'une solution de phosphate trisodique à 10 pour 100 et à la troisième N je n'ajoute rien. Après un séjour de 5 heures à l'étuve à 31°, je sature A par 10^{cm^3} de phosphate et B par 20^{cm^3} de HCl. Quant à N, j'y ajoute simultanément l'acide et le phosphate. J'agite et, après encore 15 minutes de contact avec le mycélium, je dose l'activité de la sucrase :

	Sucrase.	Sucre interverti total.	Sucre interverti par la diastase seule.	
				Pour 100.
		mg	mg	
A	Macéracin acide	31,5	10	2,4
N	» neutre.........	34,5	13	3,1
B	» basique.........	48,5	27	6,4
Nb	» neutre bouilli...	21,5	0	0

Donc la macération alcaline a une activité deux et trois fois plus grande que celles faites en milieu neutre et acide. Ce fait est, je crois, général : une paroi alcalinisée sera plus facilement traversée par un colloïde négatif.

En résumé, mes expériences démontrent les principes suivants :

1° En milieu neutre à la phénolphtaléine, la sucrase traverse entièrement les bougies de porcelaine;

2° En milieu neutre au méthylorange, la sucrase est presque complètement retenue à la filtration;

3° Entre ces deux neutralités, la filtration est partielle;

4° L'extraction de la sucrase est facilitée en alcalinisant l'eau de macération.

Je compte étendre ces résultats.

ZOOLOGIE. — *Élevage du* Zeugopterus punctatus *Bl. au Laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue.* Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons entrepris, au printemps dernier, au laboratoire maritime de Saint-Vaast-la-Hougue, l'élevage du Targeur (*Zeugopterus punctatus* Bl.). Ce Poisson, dont l'aire de distribution s'étend depuis le golfe de Biscaye jusqu'aux côtes septentrionales de l'Europe, est assez rarement capturé dans nos parages, ce qui paraît tenir, comme le fait remarquer avec beaucoup de justesse Cunningham, probablement beaucoup plus aux difficultés de sa capture qu'à la rareté des individus. C'est sans doute pour cette raison que le Targeur est peu connu sur nos marchés; et, il serait peut-être apprécié davantage s'il devenait un jour possible d'en faire méthodiquement l'élevage au point de vue industriel.

Dans les premiers jours d'avril 1909, je me suis procuré un couple (mâle et femelle) de Targeurs, en âge de se reproduire.

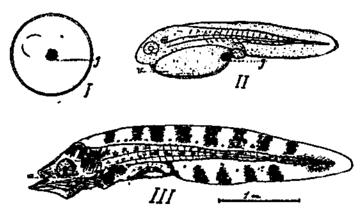
♂ longueur du centre de l'œil à la naissance de la queue .... 17^{cm}
♀ longueur du centre de l'œil à la naissance de la queue .... 17^{cm}

Ces animaux furent déposés dans un des plus grands bacs de notre aquarium de réserve, dans l'eau de mer courante.

Du 28 avril au 13 mai, huit pontes se produisirent. Les œufs normalement fécondés furent soigneusement recueillis et déposés dans les appareils à agitation continue de Fabre-Domergue et Biétrix.

En vue d'établir l'objectivité des résultats obtenus, et, comme je l'avais fait en 1907 lors de mes essais d'élevage du Turbot (*Comptes rendus*, 9 septembre 1907), j'ai sacrifié les larves au fur et à mesure du développe-

ment; la totalité des produits des six premières pontes furent utilisés ainsi pour la représentation des premiers stades. C'est seulement à l'aide de ceux des deux dernières (8 et 13 mai 1909) que j'ai suivi la marche chronologique du développement du jeune Targeur pendant et après la période critique.



I, Œuf fécondé (1er jour); II, Larve avec vitellus (8e jour); III, Larve après la période critique (17e jour). *g*, globule huileux; *v*, vitellus; *a*, matières alimentaires.

J'ai résumé dans le Tableau suivant les différentes étapes de l'élevage pour les pontes n° 7 et n° 8 :

Ponte n° 7.

8 mai....................	Ponte
12 »	Éclosion
14 »	Début de l'alimentation
16 »	Disparition totale du vitellus
29 »	Utilisation des dernières larves

(22 jours).

Période critique : du 14 au 18 mai approximativement.

Ponte n° 8.

13 mai....................	Ponte
18 »	Éclosion
20 »	Début de l'alimentation
21 »	Disparition totale du vitellus
10 juin....................	Utilisation des dernières larves

(29 jours).

Période critique : du 20 au 24 mai approximativement.

La technique de l'élevage fut, à peu de choses près, la même que celle suivie pour le Turbot :

L'alimentation fut assurée à l'aide de plankton bien vivant, pêché au large, et soigneusement tamisé sur de la soie à bluter très fine. On la commença, bien entendu, avant la disparition complète du vitellus.

Pendant tout le cours de l'élevage, la température de l'eau fut maintenue d'une façon constante entre 11° et 16°, oscillant le plus souvent entre 13° et 14°.

En dehors des larves volontairement sacrifiées, nous n'avons perdu, au cours de la période critique, qu'un très petit nombre d'individus.

Au point de vue technique, l'élevage du Targeur paraîtrait présenter un certain nombre d'avantages :

1° L'époque de la ponte qui, pour une région déterminée, est beaucoup plus précoce que pour le Turbot, permettrait d'opérer dans d'excellentes conditions, au point de vue de la température;

2° La période critique paraît être plus courte que pour le Turbot.

Nous tenons à faire remarquer, en terminant, l'intérêt que présentent, au point de vue pur et simple de la documentation scientifique, les élevages méthodiques de poissons de mer à œufs pélagiques; seuls, ils permettent d'avoir sur la morphologie des larves des différentes espèces des renseignements d'une authencité indiscutable qui rendent possible l'identification certaine des larves prises en mer. Au sujet de ces dernières, on est bien souvent indécis, et l'on fait nécessairement, à leur sujet, même dans les livres les plus récents et les mieux documentés, de nombreuses erreurs.

Les larves du *Zeugopterus punctatus* Bl. sont précisément de celles sur lesquelles on est le moins bien fixé (voir Ehrenbaum, *Nordisches Plankton;* Vierte Lieferung, p. 1206-1210).

GÉOLOGIE. — *Sur les traits caractéristiques des griffons hydrothermaux.* Note (¹) de M. L. de Launay.

Des observations recueillies depuis 25 ans sur le gisement des sources thermales m'ont conduit à en préciser la théorie géologique de la manière suivante :

Les sources thermales, quand on laisse de côté le très petit nombre d'entre elles qui peut avoir une relation avec des phénomènes volcaniques, me paraissent être la réapparition au jour d'eaux infiltrées, descendues à une profondeur suffisante pour se thermaliser, loin au-dessous de la surface hydrostatique, souvent minéralisées par un effet connexe, et remontées au jour sous pression après un circuit souterrain prolongé. Elles sont l'exagération des sources dites *vauclusiennes*, avec la différence essentielle que celles-ci

---

(¹) Reçue dans la séance du 6 décembre 1909.

suivent un réseau de fractures limitées à un seul terrain calcaire de diaclases, ce qui restreint la durée et la longueur de leur circuit profond, tandis que les sources thermales utilisent des fractures géologiques, dont l'extension considérable s'étend aux terrains les plus divers. C'est le mécanisme de cette remontée qui est surtout intéressant à étudier.

Tout d'abord, il est facile de constater, par une première analyse, que les fractures donnant naissance à des sources thermales sont toutes celles qui peuvent offrir aux eaux souterraines ces cheminées d'ascension à pénétration profonde, dont nous venons de supposer l'existence : en premier lieu, les failles et contacts de filons, le long desquels l'expérience de tous les travaux souterrains montre la présence habituelle de circulations aquifères. Les sources thermales se présentent ainsi dans les conditions que l'on est habitué à rencontrer pour toutes les métallisations filoniennes anciennes dont le mécanisme a été identique. L'émergence d'une source thermale est déterminée en principe, soit par la rencontre de deux telles fractures, soit, plus généralement, par l'intersection d'une d'entre elles avec une ligne de moindre pression tenant à la topographie : vallée, pied de falaise, rivage, etc. Accidentellement il arrive d'ailleurs que les eaux thermales, en se rapprochant de la surface, trouvent, au voisinage de celle-ci, ces réseaux de cassures plus localisées, appelées *diaclases*, ou même atteignent un terrain poreux, perméable dans sa masse, et s'y dispersent en une sorte de nappe aquifère thermalisée.

Si l'on analyse les conditions nécessaires pour que l'eau remonte ainsi de la profondeur par une fracture géologique avec une thermalité notable, on voit que la première est, pour ces eaux, d'avoir atteint une zone profonde, ayant pu produire cette thermalisation : condition facilitée dans les régions volcaniques par le fait que le sol est réchauffé, mais réalisable également partout ailleurs.

Il faut donc, pour leur remontée au jour, une fracture géologique profonde, que l'on peut comparer à un tuyau étanche mettant en communication directe avec la surface un point profond de ces imprégnations aquifères à mouvement lent qui, au-dessous de la surface hydrostatique, remplissent tous les vides des terrains. Il faut aussi que cette fracture soit nettement *individualisée*, qu'elle soit bien comparable au tuyau en question.

Si l'eau souterraine remontait depuis son point le plus bas par un circuit compliqué analogue à celui suivant lequel s'est produite son infiltration, dans les conditions mêmes de sa descente, elle reperdrait en montant ses calories exactement comme elle les a acquises en descendant. . . . . .

La source thermale est ainsi caractérisée par une *remontée rapide*, supposant une fracture largement ouverte. Cette condition est également nécessitée par le fait que la source, pour rester thermale, doit avoir conservé une charge suffisante pour repousser les mélanges d'eaux superficielles susceptibles de la refroidir.

Ainsi fracture profonde, largement ouverte, continue, permettant une remontée rapide et individualisée depuis une grande profondeur, voilà les conditions essentielles d'un griffon hydrothermal. La charge qui provoque la remontée peut se trouver accrue par la présence des gaz, ce qui a lieu surtout pour les eaux à acide carbonique; mais ce n'est là qu'un cas accessoire. Par exemple, une source à 53°, avec une température locale de 13° et un degré géothermique de 35^{m}, a dû descendre à 1400^{m}. A Bourbon-l'Archambault, où ces conditions sont réalisées, 3000^{cm^3} d'eau par seconde sortent d'une fissure particulièrement nette dans le gneiss ayant 2^{cm} de large sur $1^{m},50$ de long, soit 300^{cm^2} de section, ce qui suppose une vitesse à l'émergence de 10^{cm} par seconde ou, pour les 1400^{m} de remontée au jour, environ 4 heures, en admettant, comme l'étude des filons métallifères tend à le prouver, que la dimension de la fracture reste à peu près uniforme sur toute sa hauteur.

D'autre part on peut se rendre compte, sur certaines sources thermales dont le débit est en relation particulièrement directe avec les phénomènes météorologiques de la région, comme les sources alpestres notamment, que la durée totale du trajet souterrain est au minimum de 6 mois, souvent beaucoup plus forte. En tenant compte du trajet de descente beaucoup plus long que le trajet de remontée, trajet qui peut être fréquemment d'une trentaine de kilomètres, on arrive à une vitesse de circulation descendante au moins 30 fois plus faible. Si l'on admet, dans une première approximation, que cette circulation se fasse d'une façon continue, le volume à débiter étant le même en tous les points du parcours, la section des fissures d'infiltration devrait être au moins 30 fois plus forte que celle de la fracture d'émergence. On peut se représenter un réseau d'infiltrations très étendu, à alimentation inconstante : réseau qui va en se rétrécissant pour aboutir à des sortes de réservoirs souterrains formant régulateurs, et dont l'eau remonte rapidement au jour. Certaines méthodes de captage permettent de puiser dans ces réservoirs souterrains plus largement que ne le comporte l'émergence naturelle et d'accroître beaucoup le débit pendant la durée d'une saison thermale, mais à la condition de ne pas aller assez vite pour les tarir.

On peut tirer deux conséquences de cet exposé. Tout d'abord la nécessité d'une fracture largement ouverte explique une loi d'un certain intérêt, à laquelle je suis arrivé d'autre part en étudiant minutieusement la répartition des sources thermales à la surface de la Terre. Ces sources se trouvent uniquement dans les régions affectées par des dislocations géologiques récentes et ayant subi le contre-coup des derniers plissements alpins. Elles manquent dans les massifs anciennement consolidés du globe. Le fait est à retenir pour l'étude des gisements filoniens métallifères. Il prouve que les fractures métallisées ont toujours dû être incrustées dans une période très voisine de celle où elles se sont ouvertes. D'autre part il ne serait pas impossible que cette remontée rapide au jour fût, surtout par les frottements qu'elle détermine sur une conduite rocheuse verticale de 1^{km} à 3^{km} de haut, comme par les dissolutions qui doivent en résulter, un des facteurs contribuant aux vertus particulières de ces eaux.

GÉOLOGIE. — *Sur la valeur du rétrécissement produit par les plis du Bassin de Paris.* Note de M. **Paul Lemoine**, présentée par M. Michel Lévy.

On sait, en particulier par les travaux de M. Dollfus, que les plissements observés dans la Craie ne sont pas absolument réguliers. Des plis secondaires naissent dans l'intervalle des axes principaux. Il semble qu'en général leur apparition coïncide avec une diminution dans l'intensité de l'accident principal et qu'il y ait une sorte de compensation à cet égard comme si l'effort de plissement était resté le même, déterminant suivant les points des effets différents.

J'ai cherché à vérifier si telle était la réalité des choses et, pour pouvoir comparer ces plis, j'ai calculé le rétrécissement produit par eux.

Étant donné un pli BAC, la longueur avant plissement était $BAC = L + L'$ (1); après plissement elle est réduite à $BC = l + l'$. Pour une portion de pli telle que BA, le rétrécissement produit est donc

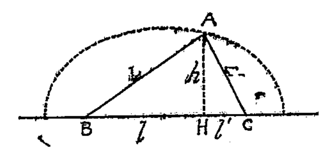
$$R = L - l,$$

(1) On remarquera que tous les points, pour lesquels la longueur $L + L'$ est la même, se trouvent sur une ellipse ayant les points B, C pour foyers. Le rétrécissement est donc identique dans ce cas pour un pli symétrique, asymétrique ou même déjeté.

avec la relation

$$L = \sqrt{l^2 + h^2}.$$

Il est donc facile de calculer R, valeur du rétrécissement.



Mais ce calcul est long; il peut être simplifié :

$$L = \sqrt{l^2 + h^2} = l\left(1 + \frac{h^2}{l^2}\right)^{\frac{1}{2}} = l\left(1 + \frac{1}{2}\frac{h^2}{l^2} - \frac{\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}}{1 \times 2}\frac{h^4}{l^4} + \ldots\right).$$

$\frac{h}{l}$ étant très petit (¹), on peut négliger les termes en $\frac{h^4}{l^4}$ et les suivants, et il vient :

$$L = l\left(1 + \frac{1}{2}\frac{h^2}{l^2}\right), \qquad \text{d'où} \qquad R = \frac{1}{2}\frac{h^2}{l},$$

formule simple que j'ai appliquée à un certain nombre de plis de la Craie dans le nord du Bassin de Paris, en utilisant les données fournies par les courbes de niveau qu'a tracées M. Dollfus et même aux plis du Gault et du Kiméridgien tels qu'ils résultent des sondages profonds (²).

Voici les résultats obtenus :

	A hauteur			
	de Dieppe. (I).	de Neufchâtel. (II).	de Beauvais. (III).	de Chantilly. (IV).
1. A. (³) d'Aulnay à A. du Roumois (S. de la Risle).............	»	0,09	0,02	0,23
2. A. du Roumois à A. de Beynes (S. de l'Eure)...............	0,02 (⁴)	0,05	0,22	0,86

(¹) L'axe du Pays de Bray produit, à hauteur de Beauvais, une dénivellation de 170^{m} environ (craie à 80^{m} à Beauvais et au nord de Gisors, à 250^{m} sur les points les plus élevés du Bray, où elle a été enlevée par érosion); cette dénivellation est répartie sur 30^{km}. Représentée à l'échelle, elle aurait $1^{mm},7$ sur une épure de 30^{cm} de longueur.

(²) Paul Lemoine, *Sur les plissements souterrains du Gault dans le Bassin de Paris* (*Comptes rendus*, 28 novembre 1909).

(³) A, anticlinal; S, synclinal.

(⁴) R, rétrécissement entre deux axes tectoniques, exprimé en mètres.

	A hauteur			
	de Dieppe. (I).	de Neufchâtel. (II).	de Beauvais. (III).	de Chantilly. (IV).
3. A. de Beynes à A. du Bray (S de la Seine)................	0,35	0,09*	0,93	1,13
4. A. du Bray à A. de Gamaches (S. du Thérain et de la Bresles).	0,26	0,05	0,29	0,50
5. A. de Gamaches à A. du Ponthieu (S. de la Somme)......	0,25	0,34	0,22	0,38
6. S. de la Risle à A. du Ponthieu..	0,98	0,55*	1,67	3,03
7. A. de Beynes à S. de la Somme (pays de Bray et annexes)....	0,84	0,35*	1,35	2,15
8. Craie sans plis secondaires.....	0,20	0,30**	0,75	»
9. Gault........................	1,06	1,84	4,39	»
10. Rapport des nos 8 et 9.........	5,3	6,0	5,8	»

Ces chiffres montrent combien est faible le rétrécissement produit par les plis du Bassin de Paris. Pour le plus important, celui du Pays de Bray avec toutes ses annexes (ligne 7), il est de l'*ordre du mètre*, puisqu'il varie entre $0^m,35$ et $2^m,15$ (1). Or, dans l'hypothèse où les plissements sont dus à des refoulements latéraux et *en ne tenant pas compte de la compressibilité des couches*, le chiffre exprimant le rétrécissement se trouverait coïncider avec le chiffre exprimant la poussée horizontale. Il suffirait donc d'une poussée horizontale, variant entre $0^m,35$ et $2^m,15$, pour produire des plis aussi importants que ceux du Pays de Bray (2).

La valeur totale du rétrécissement produit (lignes 6 et 7) reste du même ordre de grandeur sur les quatre profils, confirmant l'impression citée au début; mais elle n'est pas rigoureusement identique; en particulier, elle est minimum à hauteur de Neufchâtel là où le plissement du Bray est maximum. Cette anomalie, qui n'est pas imputable aux erreurs de calculs ou d'observations, est due à la grande importance prise par les plis secondaires sur les profils situés au Nord et au Sud; elle méritera cependant une étude spéciale.

---

(1) Ce rétrécissement est donc de l'*ordre du centimètre* par kilomètre de longueur.

(2) On peut en conclure quelle faible poussée horizontale peut suffire pour déterminer les tremblements de terre et pourquoi cette poussée horizontale est presque toujours indéterminable (Paul Lemoine, *Sur les relations tectoniques du tremblement de terre de Provence* (*Comptes rendus*, 1er juin 1909).

Les plis du Gault étant beaucoup plus accentués que ceux de la craie, les chiffres qui expriment la valeur de leur rétrécissement sont aussi plus grands (ligne 9). Il faut d'ailleurs les comparer à des chiffres obtenus en prenant la Craie aux mêmes points (ligne 8). Il est à remarquer qu'il paraît exister un *rapport constant* (environ 5) entre les chiffres qui expriment les plis du Gault et ceux qui expriment les plis de la Craie. Par suite, les forces qui ont déterminé les plissements auraient agi avec quatre fois plus d'intensité entre les époques albienne (Gault) et sénonienne (Craie) qu'entre les époques sénonienne et actuelle.

GÉOLOGIE. — *Sur la succession des faunes et la répartition des facies du Calcaire carbonifère de Belgique.* Note [1] de M. G. **Delépine**, présentée par M. Ch. Barrois.

La présente Note a pour objet :

1° De faire connaître l'existence dans le Calcaire carbonifère belge de zones fossilifères parallèles à celles qui ont été établies par Vaughan [2] à Bristol et dans le sud du pays de Galles;

2° D'indiquer les relations de ces zones avec les principaux facies du Tournaisien et du Viséen.

I. *Zones fossilifères.* — Dans le Tableau ci-contre, chacune des zones est caractérisée par le groupement d'un certain nombre de Brachiopodes et de Polypiers. Toutefois, telle espèce de l'un de ces groupes, prise isolément, peut apparaître plus bas, ou se retrouver plus ou moins abondante dans une zone supérieure.

II. *Répartition des zones fossilifères. Relations avec les facies lithologiques.*

A. Bord septentrional du Bassin de Namur. — 1. *Hainaut.* — Sauf en quelques points, le Tournaisien seul affleure entre Tournai et Feluy. Les grès calcareux et calcschistes, qui surmontent le Famennien à Attre, contiennent *Prod. bassus* et *Sp. octoplicata* qui caractérisent la zone la plus inférieure (zone à *Kleistopora* de Vaughan); toutefois des *Zaphrentis* y existent déjà. La zone à *Zaphrentis* affleure au nord d'Arquennes, au nord d'Écaussines, à Mévergnies, près d'Ath, et aux carrières

---

(1) Présentée dans la séance du 6 décembre 1909.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc.*, t. LXI, 1905, p. 181-307.

d'Allain, près Tournai. La zone à *Can. cornucopiæ* est représentée à Soignies, Écaussines et Maffle par le calcaire à encrines appelé *petit granite;* à Tournai par des couches peu épaisses de calcaire à encrines et un calcaire bleu et noir à phtanites plus développé (carrières de Pont-à-Rieux, Vaux, Chercq).

Belgique (bassin de Namur).		Angleterre (Bristol et Pays de Galles).	
VISÉEN.			
4. *Productus latissimus*, *Prod. longispinus*, *Athyris glabristria*	D_3	Zone à *Dibunophyllum*.	Viséen.
3. *Productus giganteus*, *Spirifer striatus*, *Campophyllum*......	D_2		
2. *Productus hemisphericus*, *Prod.* n. sp. (cf. *undiferus?*), *Lith. irregulare*......	D_1		
1. *Productus corrugatus*, *Seminula ficoïdes*, *Lithostr. Martini*......	S_{1-2}	Zone à *Seminula*.	
TOURNAISIEN.			
4. *Productus sublævis*, *Syringoth. cuspidata*, *Chonetes papilionacea*, *Syringoth. laminosa*, *Michelinia megastoma*, *Cyatophyllum* ♀ Vgh., *Caninia gigantea*.	C_2	Zone à *Caninia*.	
3. *Spirifer cinctus* de Kon., *Syring. laminosa*, *Caninia cornucopiæ*......	$\gamma.C_1$		
2. *Spirifer tornacensis*, *Prod. burlingtonensis*, *Chonetes hardrensis*, *Athyris glabristria*, *Zaphrentis Omaliusi*, *Zaphr. Konincki*......	Z_{1-2}	Zone à *Zaphrentis*.	Tournaisien.
1. *Productus bassus*, *Spirif. octoplicata*, *Eumetria carbonaria*......	K_{1-2}	Zone à *Kleistopora*.	
		Phase à *Modiola*.	

2. *Environs de Namur.* — Le facies dolomitique envahit presque tout l'étage tournaisien et une partie du Viséen. Les formations qui sont notées sur la Carte comme *grande dolomie* contiennent, de la base au sommet, les fossiles de la zone à *Zaphrentis*, de la zone à *Can. cornupiæ*, de la zone à *Cyatophyllum* et *Chonetes papilionacea*, et toute la partie inférieure de la zone à *Seminula* (Marche-les-Dames, Sclaigneaux). Au-dessus de la dolomie, les zones à *Seminula* (calcaire bleu grenu et noir compact, lentilles d'oolithe) et à *Dibunophyllum* (facies de la *Grande Brèche*, calcaire crinoïdique, oolithe), se succèdent très régulièrement à Lives, Namèche et Andenne.

3. *Vallée de la Méhaigne.* — La dolomitisation n'affecte qu'une partie du Tournaisien. Les facies oolitiques se répètent à plusieurs niveaux :

Dans la zone à *Can. cornucopiæ* (mêlés à des facies crinoïdiques);

Dans la zone à *Prod. sublævis* (mêlés à des facies crinoïdiques);
A la base de la zone à *Seminula:*
Dans la zone à *Dibunophyllum*, où l'oolithe remplace le facies *Grande Brèche.*

B. Bord méridional du Bassin de Namur. — La zone à *Zaphrentis* n'est représentée complètement qu'à Landelies et à Ampsin. La zone à *Prod. sublævis* est d'une remarquable constance dans toute la longueur du Bassin, de Landelies à Flemalle. Partout elle comprend un facies oolithique; dans l'Est (Engis, Flemalle) le facies devient peu à peu plus crinoïdique. Le facies oolithique, envahit toute la moitié inférieure de la zone à *Seminula.* La *Grande Brèche* est remplacée à l'est de Huy par des facies oolithiques.

C. Région du Condroz et de Dinant. — 1. Le calcaire noir à phtanites de Paire et de Petit-Modave contient la faune de la zone à *Can. cornucopiæ* [1]. La zone à *Chonetes* et à *Prod. sublævis* est représentée par des calcaires à facies crinoïdique sur l'Ourthe, oolithique sur le Hoyoux.

2. La zone à *Can. cornucopiæ*, avec tous les fossiles qu'elle contient à Paire, se retrouve à l'Est de Dinant, à Denée. Les calcaires noirs à phtanites qui contiennent cette faune y sont stratigraphiquement *très inférieurs* au marbre noir de Dinant exploité à Denée.

III. *Conclusions.* — 1° Les zones fossilifères se retrouvent en succession régulière dans toute l'étendue du Bassin de Namur et dans le Condroz, malgré la diversité des facies lithologiques; elles constituent donc d'excellents points de repère au point de vue stratigraphique.

2° La zone à *Prod. sublævis* et *Chonetes papilionacea*, notamment, semble être un point de repère extrêmement important en Belgique. Elle s'amorce déjà au sommet des affleurements du Hainaut, se reconnaît dans les masses dolomitisées situées au centre du Bassin de Namur; elle se retrouve sur toute la bordure méridionale de ce bassin et dans le Condroz.

Elle offre, avec quelques espèces déjà viséennes, un dernier épanouissement des éléments les plus caractéristiques de la faune tournaisienne. Il semble donc qu'elle puisse être choisie comme limite supérieure du Tournaisien.

3° Ces zones sont parallèles à celles qui ont été établies d'abord dans le sud-ouest de l'Angleterre. Ce parallélisme existe d'ailleurs dans les variations des facies lithologiques qui se retrouvent très analogues de part et d'autre pour les mêmes niveaux. Ces faits montrent que les deux bassins passaient par les mêmes phases d'approfondissement ou de tendance à l'émersion.

---

(1) Destinez, *Ann. S. G. B.*, t. XX-XXXIV, *passim.*

PALÉOBOTANIQUE. — *Observations sur les* Pinakodendron *E. Weiss.* Note de MM. René Cambier et Armand Renier, présentée par M. R. Zeiller.

Le genre *Pinakodendron* a été créé en 1893 par E. Weiss pour distinguer des troncs de Lycopodinées carbonifères de caractères assez particuliers, qu'il a d'ailleurs rangés parmi les *Subsigillaria*, au même titre que les *Cyclostigma*, *Bothrodendron* et *Asolanus* [*A.* (*Sigillaria*) *camptotænia* Wood].

Nos connaissances sur les *Pinakodendron* sont très sommaires. Weiss en a décrit deux espèces, *P. musivum* et *P. Ohmanni*, découvertes par lui dans le Westphalien de la Westphalie. M. R. Kidston a distingué, en 1903, une troisième espèce : *P. Macconochiei*, du Westphalien d'Angleterre.

D'autre part, l'existence de *Pinakodendron* a été signalée en divers points du bassin houiller franco-belge : dans le bassin de Valenciennes, par M. l'abbé Carpentier; à Mariemont (*P. Ohmanni*), par M. Deltenre, et dans le Limbourg hollandais (*P. Ohmanni*), par M. Jongmans.

Les détails de ces dernières observations étant encore inédits, on ne connaît les *Pinakodendron* que par les descriptions de Weiss et de M. Kidston, descriptions brèves à raison même de la pauvreté des matériaux qui consistent en fragments d'écorces de peu d'étendue.

Un échantillon de *P. Macconochiei* ayant été découvert dans le toit de la couche Duchesse, au siège n° 12 des Charbonnages réunis de Charleroi, l'un de nous a fait sur ce gîte des récoltes systématiques. Elles se sont trouvées favorisées par le facies lacustre du banc de schiste, si bien que nous avons pu étudier sur une importante série d'échantillons l'ensemble de la plante, depuis les parties les plus basses jusqu'aux fins rameaux. Nos conclusions sont les suivantes.

Les *Pinakodendron* étaient des arbres d'assez grande taille, garnis de feuilles disposées en spirale. Le diamètre du tronc dépassait 20cm. La ramification se faisait par dichotomie régulière, tout au moins dans les rameaux. Les dichotomies étaient fréquentes. Les derniers ramules étaient aussi divisés que ceux du *Lepidodendron ophiurus*.

Tout comme chez les *Lepidodendron* et *Sigillaria*, la macération a respecté chez les *Pinakodendron* trois assises originairement concentriques : l'étui médullaire, l'assise knorrioïde et l'écorce.

L'*étui médullaire* est orné de stries longitudinales et de courtes cannelures sans

continuité. Il rappelle celui des *Lepidodendron*, *Bothrodendron* et *Asolanus*, et diffère complètement de celui des *Sigillaria*.

L'*assise knorrioïde*, située à faible profondeur sous l'écorce, présente des traces foliaires spiralées. Ce sont des mamelons à base triangulaire, dont l'arête supérieure est horizontale. Des angles supérieurs se détachent, tant vers le haut que vers le bas, deux sillons sensiblement verticaux, qui s'atténuent progressivement. Entre les traces foliaires, on remarque une ornementation par stries verticales recroisées par des stries horizontales.

L'*écorce* présente une ornementation distincte sur ses deux faces.

Sur la face interne, ce sont des stries horizontales peu régulières, de profondeur variable, qui masquent un système de stries également horizontales, mais plus déliées.

La face externe présente des variations considérables d'aspect chez les rameaux de différents ordres, et même sur les rameaux d'égale importance, voire sur un même échantillon.

Les cicatrices foliaires sont subcirculaires ou subelliptiques. Leur contour est légèrement saillant et forme parfois un liseré net. Peu au-dessus du milieu de la cicatrice foliaire, on remarque trois cicatricules. La cicatricule centrale, ponctiforme et très profonde, est légèrement relevée par rapport aux cicatricules latérales, subovales ou semilunaires. Souvent, la cicatricule centrale est seule visible. La surface des cicatrices foliaires est légèrement concave et un peu retroussée.

On y remarque une tendance à la formation d'une ride transversale suivant les trois cicatricules. Aussi, sur les négatifs ou moulages de la face externe de l'écorce, les cicatrices foliaires paraissent-elles divisées en deux parties, l'une sensiblement plate, parfois indistincte, l'autre en saillie, sorte d'écusson courbe à bord supérieur horizontal qui correspond à la partie inférieure déprimée des cicatrices foliaires. C'est dans une déformation de ce genre qu'il faut probablement rechercher l'explication de la singulière conformation des cicatrices foliaires du *P. Ohmanni*. Jusqu'ici nous n'avons pu découvrir chez *P. Macconochiei* de cicatrice ligulaire. Il existe parfois sous la cicatrice foliaire une carène knorrioïde.

La surface est couverte de rides très fines, légèrement flexueuses, sensiblement verticales, mais confluant vers les cicatrices foliaires, au-dessus et au-dessous desquelles existe une plage lisse à contours mal définis. Parfois la surface est lisse. L'aspect est alors celui des *Cyclostigma*. Plus souvent, on remarque des fentes ou gerçures verticales, plus ou moins sinueuses, qui peuvent, en se multipliant, en venir à former un second réseau analogue à celui bien connu des *Asolanus*.

Sur les fins rameaux, les cicatrices sont très petites et très serrées. L'aspect de ces rameaux est identique à celui des ramules du *Cyclostigma kiltorkense* Haughton, figurées par M. Nathorst en 1902.

Il résulte de tout ceci que les *Pinakodendron* sont des Lépidodendrées au même titre que les *Asolanus* et les *Bothrodendron*. Les caractères de ces trois genres résident surtout dans les détails des cicatrices foliaires et encore

dans l'ornementation de l'écorce. Une confusion avec les *Asolanus* serait à craindre si l'on ne tenait compte que des gerçures en losange. L'unique échantillon d'*Asolanus camptotænia* signalé à Liége est un *Pinakodendron* (cf. *P. Macconochiei*).

Les *Cyclostigma* ont avec les *Pinakodendron* de très grandes affinités. Ils s'en rapprochent plus que des *Bothrodendron* auxquels on les a souvent rattachés. Il nous paraît probable que l'on en viendra à admettre l'identité des deux genres. Les points de ressemblance entre *C. kiltorkense* et *P. Macconochiei* sont tels qu'une étude approfondie s'impose, qui mettra en évidence leurs caractères différentiels.

P. Macconochiei est une espèce distincte des *P. musivum* et *P. Ohmanni*, si, comme l'a indiqué Weiss, les fines rides de la face externe de l'écorce forment chez la première espèce un réseau en losanges étirés aussi régulier que celui que nous connaissons à la seconde. Il se pourrait toutefois que ces deux espèces doivent être réunies, car la configuration des cicatrices foliaires caractéristique du *P. Ohmanni* pourrait résulter d'une déformation.

HYDROLOGIE. — *Sur l'hydrologie souterraine du massif de Penè-Blanque ou Arbas (Haute-Garonne).* Note de M. **E.-A. Martel.**

Dans une Note du 1er octobre 1906, j'ai exposé que, dans les sous-sols calcaires, les zones marneuses intercalaires, en théorie imperméables, étaient brisées ou interrompues beaucoup plus souvent qu'on ne le croit, au grand préjudice du filtrage naturel des eaux souterraines.

Au cours de la mission qu'a bien voulu me confier, en 1908, M. le Ministre de l'Agriculture, pour l'étude hydrologique du sous-sol des Pyrénées françaises, sur la proposition du Comité d'études scientifiques près la Direction de l'hydraulique agricole, nous avons trouvé, dans la grotte de Penè-Blanque (Haute-Garonne), une confirmation particulièrement éclatante de cette discontinuité des zones marneuses des formations calcaires.

Le massif de Penè-Blanque (ou de la forêt d'Arbas), à 7km S.-E. du chef-lieu de canton d'Aspet (Haute-Garonne), est, d'après M. L. Bertrand, un bloc de terrain secondaire (liasique, jurassique, crétacé urgo-aptien) reposant sur des schistes sériciteux ou cristallins.

Sur les indications du regretté Félix Regnault (de Toulouse) et de M. Ortet, j'ai pu (avec MM. Lucien Rudaux, Dr Jammes et Dr Jeannel), y

étudier sept cavités presque entièrement inconnues, qui ont fourni les constatations suivantes :

La grotte de Penè-Blanque (925m d'altitude) a 900m de développement total et plusieurs étages entre 945m et 845m d'altitude ; elle est des plus instructives et sa coupe montre clairement comment son ancienne rivière souterraine, alimentée par des crevasses ou même des abîmes supérieurs, a été soutirée en profondeur, capturée par la pesanteur et la fissuration ; en effet, vers le milieu, une succession de grandes cassures indique nettement qu'ici l'intérieur de la montagne se trouvait haché de ces puissantes fissures verticales préexistantes nommées *diaclases* et que le trajet horizontal des eaux souterraines vint recouper par leur travers ; ces fissures avaient préparé non seulement dans les masses rocheuses dures, mais aussi à travers les marnes ayant supporté le courant pendant quelque temps, une série de points faibles, une réelle zone d'appel par la pesanteur ou gravité ; leur agrandissement en puits et fentes, étroites, constaté jusqu'à 100m de profondeur, a causé la fuite de l'eau vers des étages inférieurs.

En un mot, on rencontre là, sous terre, un point de dislocation tectonique intense, qui rend lumineusement compte, par la plus persuasive des leçons de choses, de quelle manière les eaux souterraines peuvent gagner de plus bas niveaux, dans l'intérieur des calcaires, et de quelle façon se sont creusées les grottes à plusieurs étages. Cela confirme bien qu'il existe, plus souvent qu'on ne le croit, des défauts d'étanchéité parmi les zones marneuses théoriquement imperméables des sous-sols calcaires.

Quant aux résultats d'ensemble fournis par les cavernes de ce massif, les voici :

D'une part, on constate trois horizons différents d'absorptions d'eaux, très puissantes jadis, très réduites maintenant :

1° Les glacières naturelles vers 1300m (sauf vérification) ;

2° Le Pount d'Ech-Erbaou à 1075m-1090m, grandiose abîme d'au moins 150 mètres de profondeur (les chutes de pierres nous ont empêché de descendre plus bas que 50m);

3° Le trou du souffleur et l'effondrement de Buhade-Dech-Gandil (alt. 865m-895m), qu'on peut rapprocher (comme le fond du gouffre précédent) du niveau de perforation 930m-900m de la grande galerie de Penè-Blanque.

D'autre part, il existe *quatre* horizons ou niveaux d'émergences d'eaux actuelles :

1° Petites sources de Planero de Pey-Jouan évidemment superficielles et venant de la forêt voisine comme plusieurs autres en même situation à 1040m;

2° Hount de Ros Hechos, source pérenne à 760m;

3° Bassin souterrain du gouffre de Planque, perte du ruisseau de Planque, deux petites sources du schiste entre 510m et 585m d'altitude.

4° Source de Bernatas à 435m (dans le vallon de Gourgue), ayant peut-être pour trop-plein (ne fonctionnant qu'après les pluies) la grotte du Goueil-li-Her à 475m-490m.

Ainsi, entre 400m et 1300m, les montagnes calcaires d'Arbas sont percées de cavités et pourvues de zones aquifères *à tous leurs étages*. Il n'est pas permis d'y appliquer les termes, toujours erronés pour les calcaires, de *nappes d'eau*, de *niveau hydrostatique* ou de *niveau piézométrique* ; ce sont la loi de pesanteur, le travail mécanique et chimique de l'eau, le caprice des fissurations et le hasard des interstratifications imperméables qui régissent, là comme dans tous les terrains crevassés, la circulation des eaux souterraines, en déroutant souvent les plus rationnelles prévisions.

D'autres cavités doivent exister sur le versant ouest du massif d'Arbas et dans les environs d'Aspet.

HYDROLOGIE. — *Sur les gaz des sources thermales : présence du crypton et du xénon*. Note de MM. **Charles Moureu** et **A. Lepape**, présentée par M. Deslandres.

En dehors de l'air atmosphérique, où ils furent découverts par Sir W. Ramsay et M. Travers en 1898, le crypton et le xénon n'ont encore été, à notre connaissance, signalés nulle part ailleurs. Des recherches antérieures ont établi que les trois autres gaz de la même famille, à savoir l'argon, l'hélium et le néon, présents, comme le crypton et le xénon, dans l'atmosphère, existent dans la généralité des mélanges gazeux qui se dégagent aux griffons des sources thermales. Il était donc naturel d'y rechercher aussi le crypton et le xénon.

I. Nous avons utilisé, pour cette étude, la remarquable propriété, découverte par Sir J. Dewar (1), que possède le charbon d'absorber très inégalement les gaz suivant leur nature et suivant la température. Les *gaz rares*, en particulier, se rangent nettement, au point de vue de leur absorbabilité, dans l'ordre inverse de leur volatilité, qui est celui de leurs poids atomiques croissants, soit : hélium, 4; néon, 20; argon, 39,9; crypton, 81,8; xénon, 128.

(1) Sir J. Dewar, *Annales de Chimie et de Physique*, 1904.

Voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêtés :

Les gaz courants (azote, anhydride carbonique, etc.) sont tout d'abord éliminés chimiquement, suivant la méthode précédemment décrite [1], et le résidu inerte obtenu, mélange global des gaz rares, est ensuite soumis au fractionnement, par le charbon de noix de coco, dans un appareil spécial, absolument vide d'air.

Un premier traitement de ce mélange, à la température de l'air liquide, sépare l'hélium et le néon, non absorbés (*gaz légers*), des trois autres (argon, crypton) xénon), qui restent fixés sur le charbon (*gaz lourds*) [2]. On libère ceux-ci en éloignant la source de froid et chauffant ensuite modérément le charbon.

Le mélange des gaz lourds (argon, crypton, xénon) est traité maintenant par le charbon, à la température du chlorure de méthyle bouillant (— 23°), dans le même appareil. On fait circuler lentement le mélange gazeux sur le charbon (4^{dg}) pendant 1 heure ; presque tout le gaz reste libre ; on l'extrait. Si l'on cesse de refroidir le charbon, il cède progressivement le gaz fixé ; pour en dégager la totalité, nous avons porté la température du charbon jusque vers 400°, au moyen d'un petit four électrique. Il ne reste plus alors qu'à accumuler ce faible résidu gazeux dans un tube de Plücker [3], pour en faire l'examen spectral.

Cet examen était fait à l'aide d'un spectroscope à vision directe, construit par M. Jobin, successivement avec la décharge directe et avec la décharge oscillante (condensateur et air-break) d'une forte bobine d'induction, dont le primaire est alimenté par le courant alternatif du secteur. Dans le premier cas, outre le spectre de l'argon, on a toujours vu, très distinctement, la raie jaune λ 5871,12 et les raies vertes λ 5570,5 ; λ 5562,45 du crypton, ainsi que les raies bleues λ 4923,28 ; λ 4916,63 ; λ 4671,42 du xénon [4]. Ces lignes coïncidaient très exactement avec les lignes correspondantes que nous observions simultanément (en juxtaposant les spectres) dans des tubes de Plücker à crypton et à xénon purs, que Sir W. Ramsay a bien voulu mettre à notre disposition. En général, la raie jaune du crypton était beaucoup plus brillante que la plus forte des raies de

---

(1) Ch. Moureu, *Comptes rendus*, 1906. — Au mélange chaux-magnésium primitivement employé, nous avons trouvé un grand avantage à substituer le calcium métallique, que le commerce livre couramment aujourd'hui.

(2) Ch. Moureu et R. Biquard, *Comptes rendus*, 1906.

(3) Nous employons depuis quelque temps des électrodes en cuivre, conseillées par M. Teisserenc de Bort, qui nous donnent toute satisfaction.

(4) L'étude attentive du spectre y révèle la plupart des raies du crypton et du xénon. Nous ne signalons ici que celles qui sont les plus intenses ou les plus caractéristiques.

l'argon (λ 6032,39, orangé), et, par conséquent, la plus brillante de tout le spectre [1].

La décharge oscillante, qui affecte surtout le spectre du xénon, nous a donné pour cet élément des caractères très nets : la raie verte λ 5292,40 nous est toujours apparue très distinctement, ainsi que les raies λ 5372,62; λ 5339,56; λ 4844,50; ....

2. Nous avons ainsi caractérisé le crypton et le xénon dans 26 sources, dont voici la liste :

Aix-les-Bains (source du Soufre); Bagnères-de-Bigorre (source Salies); Bagnères-de-Luchon (source Bordeu n° 1, source Bordeu n° 2, source enceinte Ferras, source Pré n° 1, source Saule n° 2); Bourbon-Lancy (source Lymbe); Bussang (source des Demoiselles); Cauterets (source César, source La Raillère); Dax (source Nehe); Eaux-Bonnes (source Vieille); Grisy (source d'Ys); La Bourboule (puits de Choussy); La Chaldette (Lozère); Longwy (source des Récollets); Luxeuil (bain des Dames, grand bain); Maizières (Côte-d'Or); Néris; Plombières (source Vauquelin, source n° 3); Salins-Moutiers; Saint-Honoré; Uriage [2].

3. Une importante remarque s'impose au sujet de ce travail. Les gaz qu'il s'agissait de rechercher dans les sources thermales existant dans l'air atmosphérique, on peut se demander s'ils ne proviennent pas, dans nos expériences, d'air introduit au moment de la récolte du gaz à la source ou au cours de nos longues et multiples manipulations. Nous sommes en mesure de lever tous les doutes à cet égard.

1° Tout d'abord, nous pouvons affirmer l'étanchéité absolue de nos appareils, qui se maintient durant des semaines et des mois; 2° en second lieu les échantillons de gaz étaient toujours recueillis avec tous les soins nécessaires pour éviter toute introduction d'air; d'ailleurs, 18 sur 26 des gaz étudiés étaient rigoureusement exempts d'oxygène, et, par suite, d'air; et, dans 4 autres sources, la teneur en oxygène était inférieure à 0,2 pour 100.

Au surplus, nous avons exécuté une expérience de contrôle absolument probante. A de l'argon pur (argon de l'air privé de crypton et de xénon)

---

(1) Quand le volume des gaz lourds (Ar, Kr, X) traités était de 12^{cm^3} à 15^{cm^3}, ce résultat a toujours été obtenu.

(2) Une étude complète des gaz de cette source sera publiée prochainement par M. Massol.

nous avons ajouté des quantités croissantes d'argon brut de l'air (contenant, par conséquent, du crypton et du xénon), et nous avons soumis ces mélanges au même traitement que les gaz lourds de sources. Or, dans une opération qui correspondrait à une introduction de 33 pour 100 d'air dans un échantillon de gaz brut de source, les raies principales du crypton et du xénon sont notablement moins intenses que dans l'un quelconque des 26 cas de gaz de sources étudiés. En sorte que, même en supposant que pour le tiers de leur volume nos gaz fussent de l'air, ce qui est impossible, nous pourrions encore y affirmer la présence du crypton et du xénon.

En résumé, nous avons recherché et caractérisé, d'une manière certaine, le crypton et le xénon dans 26 sources. Comme aucune exception n'a été rencontrée, et que, d'ailleurs, les sources étudiées appartiennent à des régions et à des groupes variés, nous en conclurons que la présence de ces deux éléments, comme celle de l'argon, de l'hélium et du néon, est générale dans les gaz des sources thermales.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1909,

PRÉSIDÉE PAR M. CH. BOUCHARD.

M. **Ch. Bouchard** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Ayant eu l'an dernier l'honneur de présider cette séance, j'avais dû, avec vous, m'incliner devant l'interminable et lamentable défilé de nos morts.

Cette année, à la réunion des cinq Académies, j'ai été l'interprète des regrets de l'Institut pour les pertes qu'elles ont subies, l'Académie des Beaux-Arts surtout. Seule l'Académie des Sciences avait été épargnée. Nous avons cependant déploré la mort d'un de nos illustres associés étrangers.

Simon Newcomb est un exemple des entraves qu'apportent au développement de la personnalité les directions intempestives qui prétendent se substituer à la vocation; et un exemple aussi de l'inanité des longues et stériles préparations dans la conquête de sa propre destinée.

Son enfance et sa jeunesse ont été tellement décousues et médiocres, qu'on n'en connaîtrait rien s'il n'avait écrit les « Souvenirs d'un astronome » où l'on reconnaît, comme chez J.-J. Rousseau et chez Franklin, que ces autobiographies recèlent autant d'orgueil que d'humilité. Né en 1835, à Wallace, dans la Nouvelle-Écosse, de parents religieux, austères et méthodiques, il fut élevé, un peu à l'abandon, et, en tout cas, sans méthode. Il lisait volontiers les livres qui lui tombaient sous la main, mais le hasard choisissait mal ses lectures.

A 14 ans, il faillit être engagé dans la Marine, mais il resta sur la terre ferme ; il s'assouplit mal au travail agricole et ne réussit pas à apprendre comment on conduit les bœufs. On avait totalement négligé de l'initier aux exercices du corps. Par un revirement d'idées, son père voulut le destiner au barreau et sa mère au sacerdoce. On s'aperçut qu'on avait heureusement

oublié de lui apprendre le latin. Des parents, un oncle et une tante, prirent en commisération ce garçon de 16 ans que personne n'aidait à entrer dans la vie; ils vinrent le chercher pour l'amener à son grand-père; mais la voiture n'avait que deux places, Newcomb fit à pied les 180^{km} du trajet.

Le grand-père le reçut avec l'excellent conseil de se choisir une profession. Il allait essayer du métier de charpentier quand un médecin, qui était surtout charlatan et quelque peu pharmacien, l'attacha à sa personne pour la préparation de ses drogues. Il avait 18 ans quand, pris de dégoût, il quitta brusquement son patron.

Fatigué de ces multiples essais, humilié de leur insuccès, il entra dans une voie où personne ne le conviait et devint un grand savant, l'honneur de son siècle.

Malheureusement il ne savait encore rien. Il se fit donc instituteur et, en essayant d'instruire les autres, il réussit à s'instruire lui-même. Il y réussit si bien qu'à 20 ans, il écrivait sur les idées de Copernic un article qui fut remarqué; que, à 22 ans, il était attaché au bureau du *Nautical Almanac*; et que, à 23 ans, il était docteur ès sciences.

Je ne le suis pas dans le développement de sa glorieuse carrière d'astronome. Ses découvertes sur le mouvement rétrograde d'Hypérion; ses théories sur les quatre planètes intérieures devaient le porter au premier rang. On le considère comme le continuateur de Leverrier. Nous l'avons vu à Paris à l'occasion des travaux de la Carte du Ciel. Nous l'avons nommé notre associé étranger en 1903.

Au cours de cette année, une nouvelle s'est répandue qui a causé, bien qu'on dût s'y attendre, une réelle consternation : la population de la France, dont l'augmentation était graduellement plus restreinte, était maintenant stationnaire. Pendant l'année 1908, sur 10000 habitants, on avait compté 204 naissances et 197 décès. C'était bien encore une nuance d'augmentation. Au bout d'un an, les 10000 se retrouveraient 10007. Avec ce taux de 7 pour 10000 il faudrait, pour que la population arrivât à doubler, 370 ans, tandis que l'Allemagne, en un siècle, a vu presque tripler sa population. Les premiers mois de l'année en cours nous apportent une déconvenue encore plus cruelle. Nous sommes menacés de voir pour 1909 le chiffre des naissances inférieur à celui des décès.

Les conséquences d'un tel état de choses provoquèrent dans le public, chez les publicistes, au Parlement, dans les corps savants, une émotion bien naturelle.

Pensant qu'il fallait porter remède à cette situation, on a tenté d'en indiquer les causes. On s'en est pris à nos institutions, au partage égal des héritages entre les divers enfants. On a incriminé l'esprit de prévoyance, d'épargne, de conservation qui voudrait que la transmission des héritages se fît dans une seule main, si bien que les deux personnes qui constituent déjà la famille et avec elles les deux dots, les deux activités créatrices de richesse, les deux vertus de modération et d'économie aboutiraient à une seule personne. Le bien qui vient d'une double source n'irait pas, comme en Angleterre, au fils aîné, ce dont s'indigne notre sentiment d'égalité; il irait au fils unique.

S'il n'était pas apporté quelque entrave au système, l'humanité ou plutôt la petite portion d'humanité que nous représentons, au lieu de multiplier suivant la prescription biblique, tendrait à décroître, suivant la rapide progression de 1 pour 2, sans compter l'aggravation provenant de la mort prématurée de l'héritier. C'est la mort qui va nous sauver, la mort qui dissémine l'héritage sur la foule innombrable, inconnue et hostile de ces neveux qui tout à coup se révèlent quand le cousin chéri inspire des inquiétudes. Cette pensée est l'obsession des nuits bourgeoises. Elle déjoue les complots anti-sociaux; elle rompt la brutalité des restrictions volontaires. La pensée de la Mort plane sur ceux qui font obstacle à la Vie. C'est la Mort qui venge la Morale et prend les intérêts de la Société.

Cette idée étroite et maladive de protéger contre la division le bien péniblement amassé, cette prétention grotesque de constituer une dynastie hante assurément les cervelles d'un assez grand nombre de membres de la petite bourgeoisie, pas assez cependant pour faire échec au Code civil et permettre de regretter l'égalité des partages. C'est une cause qui intervient dans la dépopulation, cause minime, mais qui s'ajoute à beaucoup d'autres: l'exiguïté des habitations, par exemple, conséquence de l'agglomération dans les grandes villes où l'espace manque, où les appartements ont un nombre de pièces restreint, où l'on cherche vainement la chambre des enfants et, quand on la trouve, elle se nomme chambre d'ami. J'en dis autant de la prétention intolérable de certains propriétaires qui rangent les enfants dans la série des êtres et des choses qui troublent la tranquillité des maisons, entre les chiens et les pianos. Tout cela c'est une gêne, ce n'est pas un empêchement à la loi naturelle. C'est une gêne comme c'en est une pour les pauvres gens d'avoir à nourrir, avec un même salaire, trois, quatre, cinq, six personnes au lieu de deux. Les philanthropes, les sociologues, les légis-

lateurs cherchent à remédier à cette gêne. On ne saurait trop louer leurs efforts. Ils font les habitations à bon marché, ils veulent dégrever les impôts de façon progressive en raison du nombre des enfants. Ils font la vie moins dure ou plus heureuse; croyez-vous qu'ils vont augmenter la natalité? Tout cela me rappelle cette municipalité qui, en vue de la repopulation, avait eu l'idée ingénieuse d'accorder, pour chaque naissance, une prime à l'accoucheur. Rendez la vie moins redoutable ou plus désirable, vous verrez du même coup le nombre des naissances diminuer et non augmenter. C'est la race des misérables qui est le plus prolifique. C'est notre consolation, disent-ils, dans leur rude langage; et c'est en effet une consolation pour le malheureux d'aimer ses enfants et d'en être aimé.

Aussi n'est-ce pas l'exiguïté des salaires ou l'étroitesse de leurs demeures ou la crainte du propriétaire qui poussent les petites gens à modérer la natalité; ils ont des enfants quand même, et ce sera justice si l'on se décide à leur en savoir gré. La restriction, puisqu'il faut l'appeler par son nom, est surtout le fait des couples qui, ayant obtenu, par leur travail ou par celui de leurs parents, d'être à l'abri de la gêne, se complaisent dans la médiocrité pour eux et pour leur unique progéniture et repoussent tout ce qui pourrait les condamner encore au travail.

A cette cause humiliante et inavouée de la dépopulation s'en ajoute une autre qui est criminelle, ce qui ne l'empêche pas d'avoir ses défenseurs, et qu'il faut flétrir, si vous voulez, mais surtout, ce qui sera plus efficace, poursuivre sans pitié : ce sont les manœuvres abortives. Le mal nous est venu d'au delà de l'Atlantique; il prend les proportions d'un fléau social. Il semble être encore limité aux grandes villes, mais avec une telle intensité, qu'on se demande si l'énormité du scandale ne suspend pas l'arme de la justice.

Le rôle de l'homme est d'améliorer sa condition; le but de l'humanité, c'est le bonheur. Pour des raisons bonnes ou mauvaises, voulues ou inconscientes, morales ou immorales, mais pour des raisons dont l'effet est certain, ce bonheur de l'humanité ne marche pas de pair avec sa multiplication.

Mais ne croyez pas que ce soit l'unique raison et que le seul moyen d'avoir une nombreuse progéniture soit d'être misérable. Les grandes agglomérations humaines, quand elles sont denses et pressées, n'ont qu'une faible natalité; quand elles ont devant elles de vastes espaces où elles pourront trouver un libre essor pour leur activité, elles engendrent les colons qui mettront la terre en valeur.

Les vieilles civilisations comme la nôtre, qui, par le travail des siècles,

ont assuré à une population serrée un bien-être relatif, ne sont pas stérilisées malgré la décroissance constatée du nombre des naissances. C'est notre race qui, au Canada, se montre si prolifique, dans des conditions de vie facile, mais en présence d'immenses territoires. C'est notre race qui, de nos jours, se montre en Algérie aussi féconde qu'aucune de celles qui lui font concurrence. Ce sont ses colonies qui empêchent la natalité de se restreindre en Angleterre. Et si le bien-être conquis par l'Allemagne diminue maintenant, d'année en année, le nombre des naissances, l'accroissement trop rapide de sa population pendant le siècle qui vient de s'écouler l'a poussée à trois guerres successives. Elle lui fait sentir aujourd'hui le besoin des entreprises coloniales qui conserveront pour l'empire l'excès de ses enfants.

Pour des raisons sociales plutôt que physiologiques, nous marchons vers un retour à l'équilibre. La fécondité de notre race n'est pas moindre que celle de nos voisins; nous mettons seulement plus de modération à en faire usage, et ils commencent à suivre notre exemple.

Plus lente assurément, l'augmentation de la population de la Terre n'en continue pas moins; il en résulte un malaise général qui est de même ordre que tant de malaises particuliers que nous connaissons dans les diverses professions et qui a pour nom : l'encombrement. L'humanité marche vers l'encombrement quand le chiffre de la population augmente plus vite que les progrès agricoles et industriels. Or la population peut augmenter sans que la natalité augmente; il suffit que le nombre annuel des décès diminue, en d'autres termes que la longévité augmente. Et la longévité restant la même, le chiffre des décès et celui des naissances restant les mêmes, l'humanité ressentira le malaise, signe de l'encombrement, si le travail de l'homme vient à diminuer. Or deux faits caractérisent l'époque actuelle : la longévité augmente, le travail humain diminue. Le malaise résultant de cette double cause et qui a tous les caractères de l'encombrement a deux remèdes : l'augmentation de la surface habitable, l'augmentation du travail utile. Tandis que l'humanité grandit, la planète reste immuable. On la cultivera mieux, on cultivera ce qui est inculte, les sables et les rochers, on empiétera sur la mer. Voyez les merveilles accomplies par les Hollandais; et sachez, si vous l'ignorez, que chaque année, au premier janvier, nos ingénieurs apportent à M. le Président de la République quelques kilomètres carrés qui s'ajoutent à notre domaine. Mais enfin il y a à cet accroissement une limite infranchissable; et même quand l'homme aura tout mis en valeur, quand il aura asservi toutes les énergies, quand il aura réalisé la

synthèse des matières alimentaires, si le nombre des naissances n'a pas cessé d'être supérieur au nombre des décès, faudra-t-il attendre le salut de ces grands remèdes, les guerres et les pestes, que certains philosophes classent parmi les harmonies de la nature?

J'ai la confiance que l'homme achèvera la conquête absolue du globe et qu'il s'y établira en paix, sans secousse, sans catastrophe.

Mis en possession de meilleures méthodes, armé d'instruments plus parfaits, hôte d'un monde où le travail sera remis en honneur, l'homme verra la production augmenter, les besoins recevoir facile satisfaction, les jouissances se placer à portée des désirs.

Ce jour-là l'équilibre sera réalisé, les naissances ne l'emporteront plus sur le nombre des décès. Nous nous acheminons vers ce terme fort éloigné qui est, je crois, dans la destinée de l'humanité. Peut-être avançons-nous d'un pas trop rapide. Il n'est pas prudent d'arriver trop tôt, d'arriver les premiers à cet état où la paix du monde sera assurée par l'égalité des naissances et des morts. Le bien-être a déjà trop amoindri notre puissance numérique. Souhaitons à nos voisins la prospérité qui diminue les naissances et gardons nos colonies qui les augmentent. Le temps présent appartient encore à la Force et la Force est au Nombre. Écoutez encore les moralistes, les philanthropes, les économistes, les législateurs, si vous estimez qu'ils n'ont pas radicalement échoué dans leurs multiples et diverses tentatives pour augmenter la natalité. Mais si vous êtes persuadés comme moi que le nombre des naissances dépend de conditions sociales qu'il nous est difficile, sinon impossible, de modifier, tournez-vous franchement vers le second terme de la question, celui qui se propose de diminuer le nombre des décès.

Nous ne mourons pas de notre bonne mort, par pure difficulté d'être. Nous mourons encore de maladie; et il en sera ainsi pendant longtemps. Ne nous en plaignons pas : c'est plus expéditif, moins pénible et moins répugnant que de mourir d'épuisement et de dégradation séniles; et puis, si la mort est inévitable, la maladie est évitable et guérissable; et il en sera ainsi de plus en plus, à mesure que l'hygiène sera plus vigilante et la thérapeutique plus efficace. Il y a, dit-on, une maladie qui est la maladie désirable ou providentielle : c'est celle qui met un terme à la vie avant qu'elle s'abîme dans la décrépitude. Cette maladie, un peu plus tôt, un peu plus tard, accomplit son œuvre. Les médecins n'ont pas grande action sur elle; ils ne prolongent que fort peu la vie des vieillards; mais ils peuvent permettre aux enfants de devenir un jour des vieillards et d'être dans l'intervalle ces

adultes forts, actifs, bien portants qui font la richesse et la puissance des nations. Le problème a donc changé de face. Faites tout ce que vous pourrez pour augmenter la natalité; mais, comme il est établi que ce sera en pure perte, empêchez la mort, non pas la mort des vieillards extrêmes, ce qui est impossible, mais gardez les adultes, empêchez les adolescents de mourir, sauvez surtout la vie des enfants. Que tous ceux qui ont reçu la vie et qui ont droit à la vie accomplissent leur destinée! C'est dans ce sens que la Médecine résoudra le problème de la repopulation.

L'analyse de la population du monde telle qu'elle résulte des données statistiques vous montre sur quelles catégories de vivants la Médecine peut agir avec profit pour la conservation ou l'augmentation de la population.

Les vieillards au delà de 70 ans ne comptent que pour 5 pour 100 dans l'ensemble. Les jeunes êtres qui sont âgés de 0 à 19 ans, qui sont l'humanité en préparation, qui ne produisent pas encore la richesse et ne participent pas encore à la repopulation, comptent pour 30 pour 100. C'est sur ce dernier bloc que doit porter la sollicitude de la Médecine.

Ce sont les paroles utilitaires de la sagesse contemporaine; mais je ne puis pas laisser dire qu'il y a des maladies désirables, ni que le médecin doit réserver ses soins à ceux-là seuls dont la guérison sera profitable au corps social. Ces paroles sont impies.

Le médecin n'a qu'un ennemi : la Mort, et il la combat partout où elle est menaçante, même si la lutte doit être sans avantage. Au moment où les dieux s'en vont il garde son idole : la Vie..., la Vie qui est le bien suprême et qui répand, sur son œuvre que vous jugez répugnante, sa beauté et son charme, qui attache au berceau les lilas et les roses, la blancheur parfumée de l'oranger à la couche de l'épousée, à nos habits les palmes vertes qui ne veulent pas mourir. Laissez-nous donc soigner les vieillards; nous n'en réserverons pas moins notre sollicitude à ceux qui propagent la race et aux enfants qui tiennent en réserve la puissance prolifique.

Avant la naissance, le nouvel être vit dans un milieu où il est à l'abri de la plupart des perturbations auxquelles il sera difficile de le soustraire quand il aura une fois pénétré dans le milieu nouveau où s'accomplira son existence. Il sera désormais exposé à mille causes de maladies, mais il porte souvent en lui les maladies qui sont son héritage et les blessures reçues à l'instant même de la naissance. Ces tares, ces traumatismes, joints à la difficulté de l'adaptation au milieu nouveau, font peser pendant la première année, sur la cohorte des nouveau-nés, une mortalité énorme qui de 1864 à 1874 n'a pas été inférieure à 320 pour 1000. Pendant la seconde moitié

de la première année elle tombe brusquement, la mort a liquidé les tares; mais l'acclimatement ne se fait pas en une seule année. Pour 1000 enfants de 1 à 2 ans elle est de 27; de 2 à 3 ans elle est de 21; de 3 à 4 ans elle est de 16. Peu à peu l'enfant devient plus résistant soit aux causes physiques de détérioration, soit aux entreprises des agents infectieux; la mortalité diminue d'année en année jusqu'à l'âge de 9 ans. A cet instant commence la période bénie par les mères, qui va se prolonger pendant quatre années et qui est marquée par un minimum invariable de mortalité, 3,5 pour 1000.

A partir de 13 ans, la mortalité ne reste plus stationnaire et ne diminue plus, elle augmente jusqu'à la fin de la 19e année; elle passe de 3,5 à 7 pour 1000.

C'est la période pendant laquelle une fonction nouvelle s'établit; c'est celle aussi où apparaît l'esprit d'indépendance, où l'on acquiert, à ses dépens, l'expérience dont on fera plus tard son profit, et où l'adolescent se soumet avec moins de docilité à l'expérience maternelle qui avait été jusque-là sa sauvegarde.

A partir de 19 ans, il y a un temps d'arrêt dans la marche ascendante de la mortalité. De 19 à 33 ans, chaque année, pour 1000 personnes du même âge la mort ne frappe que 7 victimes. C'est la belle période de la vie, celle de la puissance et de la pleine vitalité.

Dès 34 ans la mortalité est de 8 pour 1000 et elle va augmenter avec une vitesse croissante. A 40 ans elle est 10; à 50 ans elle est 16. Elle est 32 à 60 ans, 74 à 70 ans, 152 à 80 ans, 322 à 90 ans. Elle double tous les 10 ans. Sur trois personnes nonagénaires, une mourra dans l'année.

Cette effroyable mortalité de l'extrême vieillesse, c'était exactement la mortalité des enfants dans la première année de la vie. C'était la mortalité dans la période de 1864 à 1874.

En 1874, un médecin, que je considère comme l'un des grands bienfaiteurs de notre pays, fait voter, par l'Assemblée Nationale, cette loi que la reconnaissance publique dénomme : la loi Roussel. A partir de ce jour, la mortalité infantile diminue. Elle diminue d'abord de façon peu appréciable quand on la considère dans l'ensemble de la France; mais elle se restreint bientôt à mesure que la loi est mieux appliquée et dans les régions où cette application est faite avec intelligence et conscience : là où des médecins se dévouent à cette œuvre de salut. Les enfants, s'il se peut, sont nourris avec le lait maternel ou avec le lait de nourrices, au besoin avec du lait animal dont la qualité est reconnue bonne. Les vases où on le récolte sont maintenus en état de propreté parfaite. Toute autre alimentation est

évitée. Des consultations sont établies où les jeunes mères reçoivent de précieux conseils, où les écarts d'hygiène sont immédiatement redressés; où du lait est distribué; où la propreté est imposée; où le début des moindres maladies est dépisté et la maladie guérie le plus souvent avant son complet développement. Les *Gouttes de lait* mettent ces bienfaits à la portée des mères; les mêmes règles sont imposées aux nourrices auxquelles on a dû confier les nourrissons. La surveillance appartient à des médecins.

La loi est bien ou mal appliquée; la surveillance est effective ou apparente; aussi trouve-t-on dans la mortalité des variations considérables d'un département à un autre, ou, dans un même département, d'une commune à une autre. Mais on trouvera peut-être saisissants les changements que l'ouverture d'une consultation de nourrissons ou d'une Goutte de lait amènent dans la mortalité pour 1000 des enfants de moins d'un an.

Cette mortalité tombe à Tourcoing de 177 à 143; à Douai de 114 à 95; à Avesnes de 207 à 117; à Cambrai de 120 à 109; à Saint-Pol-sur-Mer de 288 à 179; à Rouen de 287 à 250; au Havre de 246 à 186; à Elbeuf de 305 à 164; à Varangeville de 224 à 113; à Appoigny de 144 à 52.

Il ne me convient de citer personne, mais les inspecteurs dévoués dont la vigilance incessante a assuré ces résultats méritent la reconnaissance du pays et l'éloge de l'Académie. Ils ont montré qu'on peut, par l'application sincère des règles de l'hygiène et par l'action médicale, réduire du quart, du tiers et même de moitié la perte des enfants dans la première année. Ils arrivent ainsi à doubler le nombre des êtres qui, à l'origine, vont accomplir la rénovation de la nation.

Je n'ai pris qu'un exemple, le plus concluant assurément; mais, dans cette période de l'enfance et de l'adolescence où la vie est en quelque sorte en réserve et ne se révèle encore ni par l'action ni par la prolifération, de quels bienfaits l'humanité n'est-elle pas redevable à la médecine? L'horrible maladie, que la découverte de Jenner aurait anéantie depuis longtemps si l'incurie des familles, la faiblesse des gouvernants, l'ineptie de faux savants ne s'étaient pas mises à la traverse, avait autrefois des retours qui anéantissaient un dixième de la population. La diphtérie n'est-elle pas maîtrisée? La tuberculose elle-même, au moins dans certaines de ses formes, n'est-elle pas devenue une maladie curable? Pour beaucoup d'autres maladies infectieuses qui frappent surtout les enfants et dont nous ne possédons pas encore le remède spécifique, n'avons-nous pas appris dans quelle limite de durée et d'espace elles sont contagieuses? et, limitant les précautions contre la contagion à ces limites acceptables, ne les avons-nous pas fait accepter?

Je me borne et ne veux pas entreprendre l'énumération de toutes les conquêtes par lesquelles la Médecine combat efficacement la Mort.

Je conclus :

Tandis que toutes les autorités morales ou législatives ont échoué dans la tentative d'augmenter le nombre des naissances, la Science, la Médecine diminue le nombre des morts et augmente les sources vives de la puissance et de la richesse de la Nation. Nous vous donnons les hommes; faites par l'éducation, par le conseil et par l'exemple qu'ils deviennent la force et l'honneur de notre race.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1909.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Boussinesq; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Francœur à M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq; Émile Picard, rapporteur.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante :

L'invariant absolu, qui représente le nombre des intégrales doubles distinctes de seconde espèce d'une surface algébrique, dépend d'un invariant relatif qui joue un rôle important dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce et dans celle des courbes algébriques tracées sur la surface. On propose de faire une étude approfondie de cet invariant et de chercher notamment comment on pourrait trouver sa valeur exacte, au moins pour des catégories étendues de surfaces.

Un seul Mémoire a été reçu, portant pour épigraphe :

Le nombre ρ de M. Picard pour les surfaces hyperelliptiques et pour les surfaces irrégulières de genre zéro.

Il est signé de MM. **Giuseppe Bagnera**, professeur à l'Université de Palerme, et **Michele de Franchis**, professeur à l'Université de Catane.

Ce travail est parvenu seulement le 15 janvier 1909 au Secrétariat de l'Institut. Quoique les délais réglementaires fussent expirés, nous n'avons pas pensé créer un précédent, en le retenant pour le concours du prix Bordin. Il avait été, en effet, envoyé de Palerme, dans la soirée du 27 décembre 1908, et c'est dans la nuit suivante que s'est produite l'effroyable catastrophe qui a détruit Messine. Le wagon postal, contenant le Mémoire qui nous occupe, se trouvait dans la gare de cette ville au moment du tremblement de terre, et près de trois semaines se sont écoulées avant que l'expédition des objets retrouvés sous les décombres ait pu être faite.

Le nombre ρ s'est d'abord rencontré dans la théorie des intégrales de différentielles totales de troisième espèce attachées à une surface algébrique; il se présente aussi dans la recherehe du nombre ρ_0 des intégrales doubles distinctes de seconde espèce. M. Severi a ensuite montré son importance pour l'étude des courbes algébriques tracées sur une surface, établissant qu'il forme un nombre-base pour ces courbes, en ce sens que toute courbe tracée sur la surface est liée algébriquement à ρ courbes-bases algébriquement distinctes. Ce nombre peut d'ailleurs être envisagé en se plaçant au point de vue projectif ou au point de vue des transformations birationnelles,

ce qui conduit à modifier certaines formules dans le cas des singularités isolées. C'est ainsi que, pour une surface de Kummer à modules généraux, on aura $\rho = 1$ au premier point de vue, et $\rho = 17$ au second; mais cette distinction ne change rien à la difficulté de la recherche de ρ pour une surface donnée.

La recherche de la valeur exacte du nombre précédent présente des difficultés considérables tenant au caractère arithmétique de cet invariant. La valeur de ρ est, par exemple, égale à *un* pour la surface la plus générale de degré m ($m \geqq 4$), mais elle peut avoir des valeurs toutes différentes pour une surface de degré m, quoique cette surface soit sans singularités; ce sont des relations d'un caractère arithmétique pouvant exister entre les coefficients de cette équation qui modifient la valeur de ρ, et les mêmes remarques s'appliquent à l'invariant absolu ρ_0 représentant le nombre des intégrales doubles de seconde espèce.

Le nombre des catégories de surfaces pour lesquelles on peut déterminer ρ et ρ_0 est assez limité. Les auteurs du Mémoire qui nous est soumis se sont proposé d'étudier à ce point de vue les surfaces hyperelliptiques. La recherche du nombre ρ pour ces surfaces avait seulement été faite jusqu'ici dans des cas particuliers par divers auteurs, parmi lesquels il faut citer M. Severi et M. Remy. C'est, d'ailleurs, récemment qu'on a fait l'énumération complète de toutes les surfaces hyperelliptiques. Il y a deux ans, l'Académie couronnait un Mémoire de MM. Enriques et Severi, où se trouvait établi le théorème qui domine la théorie de ces surfaces, et où l'énumération était complète en ce qui concerne les surfaces *irrégulières*, le cas des surfaces *régulières* étant seulement traité en laissant de côté certains types singuliers. A la même époque, MM. Bagnera et de Franchis se livraient à la même recherche en s'appuyant d'ailleurs sur le théorème fondamental antérieurement énoncé de MM. Enriques et Severi. Leur classification était complète, et le Mémoire sur ce sujet a paru l'année dernière; il est la base du travail actuel.

Considérons d'abord les surfaces hyperelliptiques de rang *un*, c'est-à-dire pour lesquelles les coordonnées d'un point s'expriment par des fonctions quadruplement périodiques de deux paramètres, de telle manière qu'à un point de la surface ne correspondent aux périodes près qu'un couple des valeurs des paramètres. Le Mémoire commence par la recherche de ρ pour ces surfaces. Les valeurs de ρ sont ici égales à *un*, *deux*, *trois*, *quatre*, suivant que la surface n'est pas singulière, ou est *une*, *deux*, *trois* fois singulière au sens de M. Humbert. Quant au nombre ρ_0, il est, dans ces divers cas, égal

à *cinq*, *quatre*, *trois* ou *deux*. De tels exemples montrent bien la nature arithmétique des invariants étudiés, puisque le fait, pour une surface, d'être hyperelliptique singulière correspond à une ou plusieurs relations arithmétiques de forme convenable entre les périodes.

Arrivons aux surfaces hyperelliptiques F_r d'ordre $r\,(r > 1)$, c'est-à-dire pour lesquelles à un point de la surface correspondent r couples de valeurs distinctes des paramètres. Leurs points sont en correspondance univoque avec les groupes de points d'une involution I sur une surface hyperelliptique de rang *un*, qui est singulière, sauf dans le cas des surfaces de Kummer généralisées. En laissant de côté la classe des surfaces rationnelles et des surfaces réglées elliptiques, il y a *vingt* types de surfaces F_r. *Dix* de ces types sont formés par des surfaces régulières de genre *un*; les autres types donnent des surfaces de genre géométrique *zéro*, et *sept* d'entre eux fournissent des surfaces irrégulières avec une irrégularité égale à *un*. On comprend à quelles discussions délicates et minutieuses conduit pour ces *vingt* types la recherche des invariants ρ et ρ_0. Le groupe fini de substitutions linéaires sur les paramètres correspondant à l'involution I est un élément capital de cette étude, et les représentations des courbes de la surface ou de leurs multiples au moyen de fonctions *thêta* ou de fonctions *intermédiaires*, telles qu'elles ont été envisagées par M. Humbert, jouent un rôle essentiel.

Nous ne pouvons donner ici le Tableau de tous les résultats. Signalons seulement quelques-uns d'entre eux. Pour les surfaces F_2 (surfaces de Kummer généralisées) l'invariant ρ_0 est le même que pour la surface hyperelliptique de rang *un*, support de l'involution, et ce fait intéressant se vérifie pour toutes les surfaces hyperelliptiques, quel que soit leur rang, quand leur genre géométrique est égal à *un*. Parmi les types signalés plus haut, il en est trois seulement répondant à des surfaces régulières de genre *zéro*, avec le bigenre égal à *un;* deux de ces types appartiennent au rang *quatre*, et le troisième au rang *huit*. Pour les trois types, l'invariant ρ, calculé du point de vue des transformations birationnelles, est égal à *dix*, et ρ_0 est nul. Quant aux sept types de surfaces hyperelliptiques irrégulières de genre *zéro*, on a pour tous $\rho = 2$ et $\rho_0 = 0$. On sait d'ailleurs que, sur toutes les surfaces irrégulières de genre zéro, qui ne sont pas des transformées birationnelles des surfaces réglées, il existe un faisceau elliptique et un faisceau linéaire de courbes elliptiques de même module; MM. Bagnera et de Franchis déduisent de là que, pour ces surfaces irrégulières, ρ_0 est toujours nul.

Cette analyse succincte suffit à montrer la nature des résultats contenus

dans le Mémoire très soigné qui nous a été envoyé. Les auteurs ont montré une grande habileté analytique et géométrique dans l'application à une question bien délimitée des travaux récents sur la théorie des surfaces algébriques, et plusieurs des théorèmes incidemment obtenus sont d'une grande élégance. L'Académie aurait sans doute été heureuse de rencontrer des résultats d'un caractère plus général ; mais, dans des questions aussi vastes et aussi difficiles que la question posée, les recherches particulières poussées jusqu'à leur dernier terme ont une réelle valeur et peuvent fournir d'intéressants exemples propres à guider les travaux ultérieurs. La Commission est donc unanime pour proposer à l'Académie de décerner le prix Bordin à MM. **Bagnera** et **de Franchis**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Léauté, rapporteur.)

M. **Lecornu**, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École Polytechnique, a publié l'année dernière un Volume de Dynamique appliquée qui mérite de fixer l'attention par les services qu'il est appelé à rendre. Cet Ouvrage, en effet, où la plupart des applications de la Mécanique sont étudiées, contient un grand nombre de vues personnelles et de solutions originales. La Commission a été unanime pour proposer à l'Académie de lui décerner le prix Montyon.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Sebert, rapporteur.)

M. **de Sparre** a depuis longtemps attaché son nom à d'importants travaux

d'Analyse qui ont porté sur les sujets les plus variés, spécialement dans le domaine de la Mécanique.

Ancien officier d'artillerie, il a naturellement consacré ses premiers travaux à l'étude des phénomènes accompagnant le tir des bouches à feu et il est revenu fréquemment sur ces premières études pour les compléter, au cours de sa longue carrière, à mesure que se présentaient de nouveaux problèmes dans l'emploi des bouches à feu rayées, des projectiles allongés et des grandes vitesses initiales de ces projectiles.

Dès l'année 1875, il avait donné une théorie complète du curieux phénomène de la dérivation des projectiles oblongs. Il en a étendu, en 1901, l'application à l'étude des anomalies observées dans le cas d'emploi de très longs projectiles. Il a abordé, à diverses reprises, de 1891 jusqu'à 1903, la question complexe du tir courbe et l'étude des longues trajectoires, en envisageant les différentes hypothèses susceptibles de représenter les lois de la résistance de l'air, dans les conditions variables de tir réalisées dans la pratique.

Il a étudié notamment le cas des tirs effectués dans une direction voisine de la verticale, tirs qu'on est amené à employer contre les aérostats.

Dans d'autres séries de travaux, il a abordé l'étude de nombreuses questions de Mécanique appliquée.

Il a ainsi traité l'étude du mouvement des régulateurs des machines à vapeur dans le voisinage d'une position d'équilibre instable, l'étude théorique des coups de bélier dans les longues conduites hydrauliques, en tenant compte du frottement, et l'étude du frottement de glissement et du mode de fonctionnement du valet de menuisier.

Dans un grand nombre de Mémoires, il a encore traité, de façon remarquable, d'autres questions d'Analyse et de Mécanique rationnelle : réduction aux fonctions elliptiques de certaines intégrales, intégration approchée de certaines équations linéaires du second ordre, étude de la stabilité du mouvement du cerceau dans le voisinage du plan vertical, etc.

En considération de l'étendue, de la variété et de l'importance de ces études, la Section de Mécanique propose de décerner, en 1909, le prix Poncelet à M. de Sparre pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VAILLANT.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Boussinesq, rapporteur.)

L'Académie avait proposé le sujet suivant : *Perfectionner en un point important l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.*

Aucun des Mémoires présentés n'étant jugé suffisant, la question est maintenue, et le prix est prorogé à l'année 1911.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Boussinesq, rapporteur.)

M. **Boulanger**, professeur adjoint de Mécanique à la Faculté des Sciences de Lille, vient de publier deux Volumes de synthèse sur l'Hydraulique ([1]), où sont exposées de la manière la plus simple, la plus élégante et, en même temps, la plus complète dans l'état actuel de nos connaissances, la plupart des questions de cette science qui ont été, depuis moins de 40 ans, ou traitées pour la première fois, ou renouvelées quant à la méthode. En outre, un grand Chapitre du second Volume, intitulé *Propagation des ondes dans les tuyaux élastiques,* contient, pour une notable partie, des travaux propres à l'auteur. Celui-ci a pu, en effet, étendre très ingénieusement aux ondes solitaires de ces tuyaux, considérées en premier lieu par l'un des frères Weber, les calculs de deuxième approximation déterminant la vitesse de propagation des divers éléments de toute intumescence produite dans l'eau primitivement en repos d'un canal découvert, les déformations successives de ces intumescences, la figure permanente et stable qu'elles tendent à prendre quand elles sont de grandeur modérée. Et ces calculs ont été suivis de quelques expériences à l'appui. Il a pu aussi, par des intégrations, en partie théoriques et en partie graphiques, qui supposent une connaissance

([1]) *Hydraulique générale :* t. I, *Principes et problèmes fondamentaux;* t. II, *Problèmes à singularités et applications.* (Paris, Octave Doin, 1909.)

approfondie de l'Analyse, évaluer l'extinction graduelle de ces ondes sous l'influence prédominante des frottements du liquide contre la paroi qui le contient. Enfin, il a formé l'équation de l'écoulement graduellement varié qu'y prend un tel liquide, quand une ouverture ou une fermeture partielles du dispositif placé à une extrémité du tuyau, pour régler son alimentation, accroît ou réduit le débit suivant une loi arbitraire : ce qui permet une étude assez précise des *coups de bélier* ainsi produits, c'est-à-dire des variations simultanées de la pression.

Votre Commission, heureuse que le prix Boileau d'Hydraulique soit disponible cette année pour récompenser une œuvre aussi méritante, ne pouvait mieux faire que de le décerner à l'auteur, M. **Boulanger**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Grandidier, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille; Boussinesq, Bertin, Bouquet de la Grye, rapporteurs.)

La Commission, après examen des Rapports sur les titres des divers candidats, a partagé de la manière suivante ce prix *destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître* l'efficacité de nos forces navales :

Un prix de *quinze cents francs* à M. **Marbec**, ingénieur en chef de la Marine, pour son Mémoire intitulé : *Théorie de l'équilibre d'une lame élastique soumise à une pression uniforme;*

Un prix de *mille francs* à M. l'ingénieur en chef **Doyère**, pour ses travaux sur les sous-marins;

Un prix de *mille francs* à M. **Louis-Joseph-Henri Lecoq**, lieutenant de vaisseau, commandant de l'*Émeraude,* auteur de travaux sur la conduite des sous-marins et spécialement la stabilité de route en profondeur et les manœuvres de plongée;

Un prix de *mille francs* à MM. **Victor Colin** et **Jeance**, lieutenants de vaisseau, pour leurs travaux relatifs à la téléphonie sans fil;

Un prix de *mille francs* à M. **Tissot**, professeur à l'École navale de Brest, pour ses travaux relatifs à la télégraphie sans fil;

Un prix de *cinq cents francs* à M. E. **Fromaget**, capitaine au long cours, pour ses travaux relatifs au balisage du cours du fleuve Sénégal, de Saint-Louis à Kayes.

Rapport sur un Mémoire de M. Marbec, *intitulé : « Théorie de l'equilibre d'une lame élastique soumise à une pression uniforme », par M.* **J. Boussinesq.**

M. **Marbec**, ingénieur en chef de la Marine, considère, dans le Mémoire soumis à notre appréciation, l'anneau élémentaire compris entre deux sections normales voisines d'un cylindre élastique creux, de longueur indéfinie et de forme quelconque, soumis extérieurement à une pression normale uniforme; et, supposant menée, dans cet anneau, une section normale quelconque, dont M désignera le centre, il réduit à une force unique, dite *résultante interne en* M, l'action totale exercée, à travers cette section perpendiculaire à l'axe de l'anneau, par la matière qui est d'un côté déterminé de la section, sur celle qui est de l'autre côté.

Cette action totale s'offre d'abord à l'esprit comme statiquement réductible, ici, à *un couple de flexion,* agissant sur la section dans le plan de l'axe de l'anneau, plus une force appliquée en M et qui comprend, d'une part, la *tension,* tangente au même axe, d'autre part, *l'effort tranchant,* dirigé suivant la normale principale. Mais comme, au point de vue de la statique des corps rigides, les deux forces du couple et la force appliquée en M, *situées ici dans un même plan,* sont réductibles à une force unique, M. Marbec imagine que la force s'exerçant sur M soit déplacée parallèlement à elle-même, et éloignée ainsi du point M jusqu'à la distance où son moment par rapport à M égale le moment du couple : c'est dans cette position qu'elle constitue la *résultante interne en* M, force fictive présentant, il est vrai, l'inconvénient de ne pouvoir agir, sur la section à laquelle elle est censée appliquée, que par l'intermédiaire de liens rigides, mais force propre, par contre, à résumer en elle, dans les équations des quantités de mouvement et des moments, l'action totale exercée à travers la section.

Grâce à cette conception, et en considérant, d'une part, les intersections

successives des résultantes internes aux divers point de l'axe, d'autre part, la pression extérieure uniforme, appelée p par unité de longueur, sur les portions d'anneau comprises entre les sections correspondantes, on voit qu'il y a équilibre entre chaque résultante interne, l'opposée de la résultante interne suivante et la pression extérieure sur l'arc intermédiaire. L'auteur déduit aisément de cet équilibre que la normale à l'axe passe sans cesse par l'intersection de la résultante interne correspondante avec sa voisine, et que, si l'on transporte toutes les résultantes internes en un même point, parallèlement à elles-mêmes, leurs extrémités dessineront une courbe partout perpendiculaire aux arcs correspondants de l'axe, avec éléments linéaires égaux respectivement à ces arcs eux-mêmes multipliés par la pression extérieure p.

Or il suit de là que la courbe dont il s'agit, à angles de contingence égaux à ceux de l'axe en raison de la constante perpendicularité des côtés respectifs, est semblable à cet axe lui-même de l'anneau, mais plus grande ou plus petite dans le rapport de p à 1. Par suite, il existe dans le plan de l'axe, comme homologue de l'origine commune choisie pour y transporter toutes les résultantes internes, un point, dit *centre de tension*, d'où émanent, vers les divers points M de l'axe, des rayons vecteurs r perpendiculaires aux résultantes internes correspondantes leurs homologues, proportionnels à celles-ci, et ayant, comme projections respectives sur la tangente et sur la normale menées au point correspondant de l'axe, les rapports à p de l'effort tranchant et de la tension. Vu ces propriétés des rayons vecteurs r, et en s'appuyant, d'une part, sur ce que le théorème des moments, appliqué à un tronçon d'anneau, donne comme effort tranchant la dérivée du couple de flexion par rapport à l'arc, d'autre part, sur ce que, l'anneau étant complet ou sa tangente tournant en tout de 2π, sa flexion totale est nulle, M. Marbec dégage une expression très simple du couple de flexion, où le seul terme variable le long de l'axe est $\frac{1}{2}pr^2$; et il obtient, par le fait même, une théorie géométrique remarquable de l'équilibre des anneaux en question.

Si l'on observe que chaque tranche élémentaire, normale à la longueur, de la coque d'un sous-marin, est approximativement assimilable à un tel anneau, on voit l'intérêt pratique capital qui s'attache à l'étude de la résistance d'un pareil corps. D'ailleurs, la même théorie géométrique, si ingénieuse, s'étend au cas d'une poutre, naturellement droite ou courbe (à simple courbure), uniformément et normalement chargée sur toute sa longueur. Elle nous a paru mériter à son auteur, M. Marbec, une récompense de quinze cents francs, prise sur les fonds du prix extraordinaire de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. FROMAGET, *par M.* **BOUQUET DE LA GRYE.**

M. **FROMAGET**, capitaine au long cours, a été chargé par M. Roume, gouverneur de l'Afrique occidentale française, de baliser le cours du fleuve Sénégal, de Saint-Louis à Kayes.

Cette opération était rendue nécessaire par suite du nombre croissant des navires qui faisaient ce parcours, de l'augmentation de leur tonnage et des accidents qui survenaient chaque année.

Ce travail de balisage a été poursuivi pendant 3 ans d'après un programme approuvé par une Commission, et il a donné lieu à la publication de Cartes spéciales et surtout d'un Volume qui en contient des extraits avec en regard toutes les explications et les renseignements nécessaires.

En cours de route les Cartes sont peu maniables sur la passerelle d'un bateau et le Livre qui les remplace permet aux capitaines de surveiller le pilote et au besoin de le remplacer.

Cette publication d'ordre pratique a rendu à la Marine un grand service (elle a été approuvée par les ingénieurs de la navigation), et nous demandons avec la Commission du Prix extraordinaire de la Marine qu'un prix de cinq cents francs soit attribué à M. **FROMAGET**.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille; Léauté, Bertin, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de 3000fr est décerné à M. **ROUTIN** pour son travail intitulé : *Réglage des groupes électrogènes*.

Un prix de 1000fr est décerné à M. **HENRY CARALP**, mécanicien-inspecteur de la Marine, pour son Ouvrage intitulé : *Chaudières et machines de la marine de guerre*.

Rapport sur les travaux de M. **ROUTIN**, *par M.* **LÉAUTÉ.**

Le problème du réglage automatique de la tension dans les groupes électrogènes prend chaque jour dans l'industrie une importance plus consi-

dérable; il est de plus en plus fréquent, en effet, de voir un même courant actionner des machines et alimenter des lampes; or, par le fait seul que le réseau distribue de la force motrice, il est exposé à tous les à-coups que comportent les embrayages et débrayages, tandis que, par l'obligation qu'il a de servir l'éclairage, il doit, surtout s'il s'agit de lampes à filament métallique, maintenir la tension avec une très grande régularité. De là, pour toutes les grandes installations, la nécessité de régler cette tension malgré les variations de résistance qui se produisent.

C'est ce problème, capital pour les applications, que M. **Routin** a abordé et qu'il a résolu par des appareils automatiques.

Jusqu'ici on obtenait la constance de la vitesse dans la partie mécanique de l'installation par des régulateurs, et un homme, placé au tableau, réalisait tant bien que mal la constance de la tension. Ce système avait des inconvénients, et le plus grave d'entre eux était peut-être de laisser complètement indépendants le réglage mécanique et le réglage électrique; c'est de cette indépendance que naissent toutes les difficultés.

M. Routin montre qu'il n'est pas possible de considérer à part le réglage de la vitesse et le réglage de la tension, que l'un réagit sur l'autre et qu'il faut les traiter tous deux à la fois; il établit, notamment, que, si le groupe comprend une machine à vapeur à pistons et si l'on suppose que, la tension est rigoureusement constante, il est impossible d'assurer le réglage stable de la vitesse.

Dans le même ordre d'idées, il étudie le réglage de la vitesse à flux constant, soit lorsque la vitesse de manœuvre est constante, soit lorsqu'elle est proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger, soit enfin lorsqu'elle est proportionnelle à la différence entre le couple moteur et le couple résistant. Ce Chapitre comporte une contribution nouvelle à l'étude du fonctionnement des régulateurs à action directe employés dans les machines à vapeur.

M. Routin aborde ensuite le réglage de la tension à vitesse constante et indique enfin ce qu'il appelle le *réglage électromécanique*, où il fait agir le régulateur de tension sur l'organe qui règle l'admission du fluide moteur et le régulateur de vitesse sur l'excitation.

Après avoir ainsi édifié la théorie de la régularisation dans les groupes électrogènes, M. Routin a imaginé des appareils qui réalisent d'une façon automatique les hypothèses admises dans l'étude analytique.

Son régulateur électromécanique donne une vitesse de manœuvre proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger; il peut servir pour le réglage

de la vitesse des machines à vapeur ou des turbines, pour le réglage de la tension, pour le réglage électromécanique dont nous venons de parler; il permet d'obtenir la constance de la tension à l'extrémité de feeders, la constance du travail fourni par un moteur, la régularité de marche de fours électriques aussi bien que de laminoirs, etc.; il rend possible enfin, lorsque des machines à vapeur travaillent en parallèle avec des moteurs électriques, d'agir automatiquement sur l'admission de la vapeur de façon à maintenir constante la puissance du réseau.

Son accélérateur différentiel, organe accessoire de l'appareil précédent, permet de modifier la vitesse de manœuvre de l'organe qui règle l'admission du fluide moteur; il donne à cette vitesse une valeur proportionnelle à la différence entre le couple moteur et le couple résistant.

Son servo-moteur électrique enfin donne la possibilité de régler à la fois plusieurs usines accouplées sur un seul réseau, alors même qu'elles sont à de grandes distances, fournissant ainsi la solution simple et économique d'un problème qui intéresse toutes les centrales électriques. En particulier, ses transmetteurs d'ordre sont susceptibles de rendre à la navigation de grands services; leur puissance et leur précision sont telles, qu'ils ont pu être appliqués avec succès au télépointage automatique des pièces d'artillerie.

On voit, par ce rapide exposé, quel est l'intérêt, aussi bien théorique que pratique, des recherches de M. Routin; son travail, bien présenté, clairement déduit, nécessitait à la fois la science du mathématicien et les qualités de l'ingénieur; il sera utile à tous ceux qui ont à construire ou à exploiter des installations électriques; il constitue certainement un réel progrès en Électricité industrielle.

La Commission, considérant que la théorie de M. Routin et les appareils qui en découlent sont susceptibles de rendre de grands services dans l'emploi des machines à vapeur en relation avec des dynamos et, en particulier, sur les navires où ces deux sortes de force motrice se trouvent juxtaposées, propose d'accorder à M. **Routin** *trois mille francs* sur le prix Plumey.

Rapport de M. **Bertin.**

Les deux Volumes présentés par M. **H. Caralp**, mécanicien-inspecteur de la Marine : *Chaudières marines*, *Machines marines*, constituent surtout un Ouvrage didactique. Toutefois, les Chapitres relatifs à la manœuvre et à l'entretien, ainsi que tout ce qui concerne le fonctionnement, porte bien la

marque personnelle de l'auteur, exposant les résultats de sa longue expérience. Nos mécaniciens les étudieront avec fruit.

Les appréciations sur les divers modèles d'appareils en service et sur leur valeur comparative, particulièrement dans le Chapitre IV des Chaudières, sont à retenir. On y trouve l'indépendance du caractère, jointe à la clairvoyance d'un homme du métier.

A ce dernier titre surtout, l'Ouvrage de M. **H. Caralp** mérite de concourir pour le prix Plumey, pour une somme de *mille francs*.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Bigourdan, rapporteur.)

M. **Borrelly**, entré à l'Observatoire de Marseille le 4 avril 1864, n'a jamais quitté cet établissement, et il est aujourd'hui le doyen des astronomes des départements; cela ne l'empêche pas d'ailleurs d'être encore un des plus actifs, comme aussi un des plus heureux, car il vient de découvrir la première comète de cette année.

Ses observations sont nombreuses et variées : 45000 déterminations d'étoiles au cercle méridien, 4000 de comètes et de planètes à l'équatorial;

découvertes d'étoiles variables, de nébuleuses; observations d'étoiles filantes, missions pour l'étude d'éclipses totales de Soleil, etc.

Mais c'est surtout par la découverte de petites planètes et de comètes que son activité s'est manifestée :

C'est en 1866 qu'il découvre sa première petite planète; à partir de ce moment il ne se passe guère d'année sans qu'il en signale quelque autre, parfois plusieurs, ne cessant ses recherches directes que lorsqu'elles ont été remplacées très avantageusement par la photographie : de 1866 à 1894 il a ainsi découvert 20 de ces astéroïdes.

Ses succès dans la découverte des comètes sont encore plus remarquables : En 1868, il retrouve la comète périodique de Brorsen, puis, en 1871, celles de Winnecke et de Tuttle, et en 1873 la comète $Tempel_2$.

Après avoir ainsi retrouvé le premier quatre comètes dont le retour était prévu, il commence de découvrir des comètes entièrement nouvelles, et signale ainsi successivement les suivantes, auxquelles son nom reste attaché :

1873 III, le 20 août 1873;
1874 II, le 15 avril 1874;
1874 V, le 25 juillet 1874;
1874 VI, le 6 décembre 1874;
1877 I, le 18 février 1877;
1877 III, le 14 avril 1877;
1890 I, le 12 décembre 1889;
1900 II, le 23 juillet 1900;
1903 III, le 21 juin 1903;
1905 II (périodique) le 28 décembre 1904;
1909 *a*, le 14 juin 1909.

Parmi ces comètes plusieurs sont devenues brillantes, particulièrement celle de 1903; et celle de 1905 est périodique. Ajoutons qu'en 1875 M. Borrelly aperçut encore le premier la comète périodique de Winnecke.

Nous allongerions notablement cette liste si nous y faisions figurer les comètes dans la découverte desquelles M. Borrelly n'a été devancé, à son insu, que de 1 ou 2 jours : telle est celle qu'il aperçut le 3 septembre 1908, 2 jours après M. Morehouse, et dont les variations d'éclat et de forme ont été si remarquables.

Aussi la Commission est heureuse de proposer l'attribution du prix

Lalande à M. **Borrelly**, pour l'ensemble de ses travaux, tout en regrettant de n'avoir pas à sa disposition un prix plus important ([1]).

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Darboux, Lippmann, Poincaré; Hamy, rapporteur.)

Par ses travaux astronomiques, M. **de la Baume-Pluvinel** a acquis, depuis une trentaine d'années, une notoriété qui dépasse les frontières de notre pays. Volontaire de la Science, il a créé à ses frais un matériel spécial pour l'observation des éclipses de Soleil. A plusieurs reprises, il s'est transporté au delà des mers, pour être témoin de ce rare phénomène, et a rapporté de ses expéditions de nombreux documents qui ont contribué à préciser nos connaissances sur la couronne solaire, sur la constitution de la chromosphère et sur la nature des vapeurs incandescentes immédiatement voisines de la photosphère.

M. de la Baume-Pluvinel s'est également attaché à l'étude de la constitution des comètes. Utilisant un spectroscope à prisme objectif très lumineux, il a trouvé, parmi les radiations émises par la comète Morehouse, des raies particulières paraissant obéir aux lois des spectres de bandes, découvertes par notre confrère M. Deslandres, et caractérisant la présence de gaz nouveaux dans l'atmosphère de cet astre. Ce résultat inattendu est venu réformer nos idées concernant la constitution des comètes, dont la partie gazeuse était considérée, jusque dans ces derniers temps, comme un simple mélange de cyanogène et d'hydrocarbures.

Dans un autre ordre d'idées, M. de la Baume-Pluvinel est l'auteur d'une méthode extrêmement ingénieuse qui se prête à la mesure des effets si complexes de la variation des latitudes. Cette méthode, fondée sur l'emploi d'une lunette zénithale d'un type particulier, donne d'excellents résultats à l'Observatoire de Paris, où elle est actuellement appliquée.

Possédant le sens expérimental et l'ingéniosité du physicien, M. de la

([1]) Déférant au désir exprimé par la Commission, l'Académie a porté de 540fr à 1000fr la valeur du prix décerné à M. Borelly.

Baume-Pluvinel a, d'ailleurs, imaginé des appareils météorologiques enregistreurs qui ont fait leurs preuves, pour le sondage de l'atmosphère et pour suivre les variations de pression et de température, durant tout le cours de l'année, au sommet du mont Blanc.

La Commission, considérant la variété, l'importance et l'originalité de l'œuvre de M. **de la Baume-Pluvinel**, est heureuse de lui donner un témoignage d'estimé scientifique, en proposant de lui décerner le prix Valz.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré.)

L'Académie avait proposé pour sujet du concours de 1908 la question suivante : *Théorie de la planète Éros basée sur toutes les observations connues.*

Le prix fut prorogé à l'année 1909.

Aucun Mémoire n'étant encore parvenu à l'Académie, la question est de nouveau maintenue et le prix est prorogé à l'année 1911.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré ; Radau, rapporteur.)

M. **Ernest-William Brown**, actuellement professeur de Mathématiques à l'Université Yale de New-Haven (États-Unis), s'occupe depuis bientôt 20 ans de recherches relatives à la théorie de la Lune, qui ont, à un haut degré, attiré l'attention des astronomes et des géomètres. Il a d'abord publié en 1896 un Ouvrage où sont exposées, avec une grande clarté, les méthodes employées par ses illustres devanciers. On y trouve aussi l'esquisse d'une méthode nouvelle, dont la première idée remonte à Euler, et qui repose essentiellement sur l'emploi de coordonnées rectangulaires, rapportées à des axes qui tournent avec une vitesse de rotation uniforme. Déjà M. Hill s'était inspiré de cette heureuse idée dans son célèbre Mémoire de 1878.

M. Brown a développé la méthode en question de manière à l'approprier tout à fait aux applications pratiques, par d'ingénieuses modifications qui en ont fait disparaître les inconvénients. Il est parvenu ainsi à élaborer une nouvelle théorie du mouvement de la Lune, complète à tous les égards, et qui a été publiée peu à peu, par chapitres, depuis 1897, dans les *Mémoires* de la Société royale astronomique de Londres.

Cette théorie n'est ni purement numérique comme celle de Hansen, ni purement algébrique comme celle de Delaunay; elle occupe une position intermédiaire. Les coefficients sont des séries très convergentes qui procèdent suivant les puissances des divers éléments, à l'exception du rapport m des moyens mouvements. Cet élément, qui joue un rôle si malencontreux dans les théories purement algébriques, se trouve ici remplacé tout de suite par sa valeur numérique, empruntée à l'observation. Les inégalités sont partagées en classes de divers ordres, qui se déterminent les unes après les autres par approximations successives.

La méthode de M. Brown est la plus directe de toutes; elle lui a permis d'arriver à une précision inespérée, et des garanties exceptionnelles résultent d'incessantes vérifications qui s'obtiennent chemin faisant. Il a ainsi déblayé le terrain pour l'explication de certaines discordances qui subsistent toujours entre la théorie et l'observation et dont la source doit être cherchée dans des influences physiques encore mal élucidées.

La Section d'Astronomie a voulu donner à M. **Brown** une marque de sa haute estime en proposant de lui attribuer le prix G. de Pontécoulant.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Ph. van Tieghem, Perrier, le Prince Roland Bonaparte; Bouquet de la Grye, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

Une *mention très honorable*, de *deux mille francs*, est accordée à M. le

Commandant **Henry de Bouillane de Lacoste**, pour les résultats obtenus dans son voyage d'études en Asie centrale (régions frontières de l'Afghanistan).

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Ph. van Tieghem, le Prince Roland Bonaparte; Perrier, rapporteur.)

Question posée : « *Étudier la répartition géographique d'une classe de Cryptogames* ».

Le prix est décerné à M. **L. Joubin**, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, pour son Mémoire, accompagné de Cartes, intitulé : « *Recherches sur la répartition des végétaux marins de la région de Roscoff* ».

Rapport de M. **Edmond Perrier.**

Pour peu qu'on ait observé avec quelque attention le tapis végétal que la mer laisse à découvert à chaque marée et qui se glisse sous les vagues jusqu'à la profondeur où commence à régner l'obscurité, on aura remarqué que les éléments dont ce tapis se compose se modifient à mesure qu'on s'éloigne de la région que les vagues n'atteignent jamais. Ces éléments appartiennent essentiellement à la grande classe des Algues, mais il s'y joint quelques Lichens formés comme on sait de l'association d'une Algue et d'un Champignon, et aussi des plantes phanérogames dont les feuilles, en longues lanières vertes, rappellent par leur forme celles des Graminées; ces Phanérogames marins forment, au milieu des Algues, des prairies souvent étendues, des *herbiers*, comme disent les marins, dont la couleur verte tranche sur la couleur brune des Varechs qui les entourent. A mesure qu'on descend sous les eaux, la qualité de la lumière change, par suite de l'absorption par l'eau des rayons les moins réfrangibles du spectre solaire; elle tend de plus en plus vers la teinte bleue.

La lumière est nécessaire à la vie des Algues. La lumière bleue est réfléchie

par les Algues de cette couleur qui sont par suite comme dans l'obscurité dans les régions où elles n'ont à leur disposition que des rayons bleus; au contraire les Algues rouges sont comme en pleine lumière dans la zone profonde de teinte bleue, puisqu'elles ne réfléchissent que les rayons rouges. Il suit de là que les Algues rouges atteindront seules les régions profondes, les Algues brunes s'arrêteront plus tôt, les vertes plus tôt encore et les bleues demeureront superficielles. Cette loi de distribution des Algues de diverses couleurs avait depuis longtemps frappé les botanistes et les avaient conduits à considérer la couleur des Algues comme un élément des plus importants de leur classification. Mais la lumière n'est pas la seule distributrice des Algues sur les rivages. Les diverses espèces de Varechs ou Algues brunes se tiennent à des profondeurs différentes que les zoologistes ont cherché à déterminer parce qu'à chaque espèce d'Algues sont attachées des espèces particulières d'animaux, et cette distribution des Algues intéresse aussi les pêcheurs en raison des aliments que les champs d'Algues, et surtout leur population de petits animaux, fournissent aux diverses espèces de Crustacés comestibles ou de Poissons. Le *Fucus vesiculus* remonte plus haut que le *Fucus serratus;* les grandes lanières de l'*Himantalia laurea*, le *filet* des pêcheurs bretons, se trouvent plus bas que celui-ci. Viennent ensuite les *Herbiers*, les grandes Laminaires et enfin les Algues rouges auxquelles leur teinte éclatante a valu le nom de Floridées. Plus bas des Floridées encroûtées de calcaire caractérisent la zone des *Corallines*, dont les débris forment le maërl, sable calcaire dragué pour servir à l'amendement de certaines terres. Au-dessus de la zone à *Fucus vesiculus* se trouvent encore de petites Algues brunes, les *Pelvetia*, et tout à fait à la limite qu'atteignent les embruns, les petites *Lichina* forment au domaine marin une bordure dernière.

Des conditions très diverses de configuration de la côte, de constitution du sol sous-marin, d'agitation, de tranquillité, de degré de pureté des eaux, d'importance des marées, de direction des courants, etc., déterminent les détails de distribution de ces plantes, et parfois le passage d'une flore à l'autre se fait brusquement. Il y a, au-dessous du phare de Gatteville, près de Barfleur, un rocher à droite duquel, quand on fait face à la mer, abonde le *Chorda filum*, dont les longs cordons cylindriques abondent dans la région de la Manche, tandis qu'à gauche sa place est prise par l'*Himantalia laurea*, le filet si glissant des grèves de Roscoff. M. Joubin s'est appliqué à dresser avec un soin méticuleux la Carte des zones de distribution des Algues, telles

que nous venons de les définir, sur la grève de Roscoff. Dans une région aussi accidentée, présentant une aussi grande variété de sols sous-marins, cette Carte présentait des difficultés particulières, mais aussi un très grand intérêt, en raison des précisions qu'elle fournit relativement au rapport de la flore algologique et des conditions qui déterminent sa distribution.

M. **Joubin** s'est tiré avec honneur de ces difficultés; les Cartes qu'il a dressées, les premières de ce genre, sont précises et faciles à lire; la Commission a pensé que le prix Gay devait récompenser son heureuse initiative.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Amagat, Gernez, Bouty, Villard, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré; Violle, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à M. **Paul Janet** pour ses *Leçons d'Électrotechnique générale*, dont la nouvelle édition, très augmentée particulièrement en ce qui regarde les courants alternatifs, reflète fidèlement les qualités bien connues du professeur. Le succès qu'il avait, dès le début de sa carrière, obtenu dans l'enseignement de l'Électricité à Grenoble, s'affirme chaque jour plus vivement dans cette École supérieure d'Électricité, où il a formé des générations déjà nombreuses d'électriciens. Ce succès tient certainement en grande partie à l'exacte compréhension de la place qu'il convient de faire dans les études techniques à l'esprit scientifique sans cesser jamais d'être réellement utile aux praticiens.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Gernez, Villard, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré; Bouty, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Meslin.

Parmi les travaux de M. **Meslin**, ceux qui nous ont plus particulièrement frappés se divisent en trois catégories. Ils ont pour objet :

1° Des phénomènes d'Optique physique et plus spécialement les phénomènes d'interférence ;

2° Des phénomènes magnéto-optiques;

3° Enfin des études de Physique astronomique.

I. Dans une thèse de doctorat très remarquée, M. Meslin a étudié la polarisation elliptique des rayons réfléchis ou transmis par des lames métalliques minces. L'auteur montre que ces phénomènes sont liés à la constitution de la couche superficielle, dite *couche de passage*. La réflexion ne se produit pas, en effet, sur une surface géométrique, ainsi que Fresnel l'a admis, mais à travers une épaisseur finie, d'ailleurs fort petite. La polarisation elliptique, opérée par réflexion, dépend donc en réalité d'un phénomène de transmission. En développant ces vues, l'auteur parvient à rendre compte des diverses particularités de la polarisation elliptique observée : incidence principale, angle de polarisation, rapport des composantes principales de la vibration.

L'attention de M. Meslin s'est ensuite portée et longtemps fixée sur les phénomènes d'interférence, qu'il s'est efforcé d'étudier dans toute leur généralité, s'adressant tantôt à des phénomènes de même ordre que ceux qu'on était habitué à employer, tantôt à des phénomènes différents. C'est ainsi qu'il a étudié successivement : les franges du biprisme ordinaire ou lenticulaire, les interférences à moyenne différence de marche, les anneaux de Newton avec interposition de prisme, etc. Il a montré comment on peut transformer les franges rectilignes ordinaires des miroirs ou du biprisme en franges circulaires, sections de l'hyperboloïde de Fresnel par des plans perpendiculaires à son axe; compenser des interférences ordinaires par les interférences de lames cristallisées. Il a étudié de très près la constitution des ondes diffractées et leurs interférences. Il a montré qu'elles peuvent

donner naissance à des franges rigoureusement achromatiques et à des alternances colorées indéfiniment périodiques. Dans toutes ces études délicates, M. Meslin a fait preuve d'une véritable virtuosité. Les résultats qu'il a obtenus sont également précieux au point de vue de l'enseignement et des applications de plus en plus nombreuses que trouvent les phénomènes d'interférence dans les recherches de haute précision (Métrologie, Astronomie physique, etc.).

II. M. Meslin a découvert de nouveaux et intéressants phénomènes relatifs aux liqueurs mixtes. Il appelle ainsi des liquides contenant en suspension la poudre très fine de substances cristallines. Ces liquides, transparents et isotropes dans les conditions ordinaires, deviennent dichroïques dès qu'on les place dans un champ électrique ou magnétique, c'est-à-dire que la composante de la vibration lumineuse parallèle au champ et la composante perpendiculaire sont inégalement absorbées. Le signe du dichroïsme dépend à la fois de l'indice du liquide et des indices principaux des cristaux en suspension. M. Meslin donne à cet égard une règle précise qu'il vérifie sur un nombre très grand de combinaisons liquide-cristal. Il établit que le phénomène est dû essentiellement à une orientation des particules cristallines sous l'influence du champ.

Une exception apparente est constituée par quelques liqueurs mixtes qui présentent le dichroïsme même en l'absence du champ. Mais alors M. Meslin montre que le phénomène est dû à l'orientation des particules sous l'influence de la pesanteur. L'exception confirme donc la règle. Le dichroïsme des liqueurs mixtes n'offre plus rien de mystérieux. M. Meslin a eu la bonne fortune d'interpréter complètement le phénomène qu'il a découvert.

III. Enfin M. Meslin s'est attaqué avec succès à divers problèmes d'Astronomie physique. A deux reprises, en 1900 et en 1905, M. Meslin est allé observer des éclipses de Soleil, la première fois à Elche, la seconde à Burgos. La première de ces expéditions, organisée en commun par les Universités de Montpellier et de Toulouse, avait eu M. Meslin pour principal promoteur et pour chef. Cette mission a fait l'objet d'un Rapport très élogieux de notre confrère M. Wolf, auquel il me suffira de renvoyer. La deuxième expédition, faite sous le patronage du Bureau des Longitudes, n'a pas été moins féconde en résultats. Divers observateurs avaient cru reconnaître des traces de polarisation elliptique dans la lumière de la couronne solaire. M. Meslin a mesuré la proportion de lumière polarisée à diverses distances de l'équateur solaire

et établi définitivement, grâce à un dispositif très sensible de son invention, qu'il n'y avait pas de polarisation elliptique.

En résumé, M. Meslin a étendu son activité aux branches les plus diverses de l'Optique physique et de ses applications. Partout il a fait preuve d'une remarquable ingéniosité et d'un sens critique impeccable. La Commission est unanime à vous proposer de récompenser une carrière scientifique aussi honorable et des travaux si fructueux, en accordant à M. **Meslin** le prix Hughes.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Lippmann, Amagat, Gernez, Bouty, Villard, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré; Violle, rapporteur.)

Le premier travail de M. **Jean Perrin** a été cette expérience, *admirable* suivant le mot de lord Kelvin, par laquelle, en recevant les rayons cathodiques dans un cylindre de Faraday, il a prouvé qu'ils sont constitués par des projectiles chargés négativement. C'est ainsi que se les était imaginés Crookes. Mais Hertz, après avoir cherché vainement à manifester l'électrisation des rayons cathodiques, avait fini par déclarer que cette électrisation n'existait pas; et Lénard avait cru enlever toute vraisemblance à une émission matérielle en prouvant que les rayons traversent une feuille métallique assez épaisse pour tenir la pression atmosphérique.

M. Perrin s'est demandé si les projectiles cathodiques, supposés par Crookes, ne pouvaient pas différer assez des molécules ordinaires en taille et en vitesse pour traverser une paroi imperméable à ces molécules; et il a pensé qu'avant de rejeter définitivement la théorie de l'émission on devait s'assurer si les rayons cathodiques n'étaient pas électrisés. Il lui a suffi de recevoir les rayons dans un cylindre de Faraday, bien protégé électriquement, pour charger aussitôt ce cylindre d'électricité négative. L'action subsiste si l'ouverture de l'enceinte protectrice par laquelle les rayons cathodiques pénètrent dans le cylindre de Faraday est fermée par une feuille métallique. Elle disparaît dès que les rayons déviés par un aimant cessent de pénétrer dans le cylindre. L'émission était donc établie (décembre 1895).

Quelques semaines plus tard, M. Perrin, apprenant la découverte des

rayons X, se mettait à les étudier, et il établissait le mécanisme exact de la décharge par ces rayons en montrant qu'ils séparent dans les gaz des charges électriques de signes contraires.

La Société Royale de Londres décerna en juillet 1896 le prix Joule à l'auteur de ces belles recherches.

Peu après, M. Perrin fut chargé d'un cours de Chimie physique à la Sorbonne : l'organisation de cet enseignement nouveau l'absorba complètement pendant quelques années. Il en publia les *Principes* dans un Livre original où se reflète la méthode imagée et suggestive de l'auteur.

Revenant aux travaux de laboratoire, M. Perrin procède (de 1903 à 1905) à une étude expérimentale et théorique touchant l'électricité de contact et les solutions colloïdales. Il y établit les lois de l'osmose électrique et il en montre le rôle dans différents phénomènes, particulièrement dans la structure des solutions colloïdales.

Familiarisé ainsi avec l'observation du mouvement brownien, incité d'ailleurs par ses spéculations sur l'atomistique, M. Perrin entreprend de soumettre l'hypothèse fondamentale de la théorie cinétique à une épreuve précise qu'il a conduite avec un rare talent.

M. Gouy avait donné un grand poids à l'idée de considérer l'agitation permanente des particules microscopiques en suspension dans un fluide comme une répercussion de l'agitation moléculaire. Précisant cette idée, M. Perrin considère l'énergie moyenne d'un granule visible comme exactement égale à l'énergie moléculaire moyenne. Il voit intuitivement les granules d'une émulsion uniforme se répartir ainsi que les molécules d'un gaz sous l'influence de la pesanteur, la concentration des grains décroissant exponentiellement avec la hauteur. La diminution de la concentration permettra de calculer l'énergie moyenne, pourvu que l'on puisse mesurer le rayon du grain supposé sphérique et la densité de la matière qui le forme. Si des émulsions très différentes à tous points de vue donnent même valeur de l'énergie granulaire et si cette valeur concorde avec la valeur déjà approximativement assignée à l'énergie moléculaire par la théorie cinétique de Maxwell et van der Waals, l'origine du mouvement brownien pourra être regardée comme établie.

M. Perrin a d'abord opéré sur des grains de gomme-gutte, puis (avec l'aide de M. Dabrowski) sur des grains, spécifiquement beaucoup plus légers, de mastic. Chacune de ces résines, successivement dissoute dans l'alcool et précipitée par l'eau, donne des grains parfaitement sphériques, mais de rayons extrêmement variés. Par centrifugation fractionnée, on

sépare des émulsions dont les grains ont une même grosseur. Pour déterminer cette grosseur, M. Perrin a d'abord utilisé le fait que, dans une colonne verticale élevée, les grains des couches supérieures tombent comme les gouttelettes d'un nuage; il semble donc licite d'appliquer à leur chute la loi de Stokes qui donne immédiatement le rayon cherché.

Mais la loi de Stokes établie dans le cas d'une vitesse uniforme pourrait bien ne plus s'appliquer à des grains animés d'un mouvement brownien actif et dont la vitesse vraie diffère à chaque instant de la vitesse moyenne, très faible, avec laquelle tombe le nuage de grains.

M. Perrin a donc déterminé le rayon des grains en comptant un à un tous les grains contenus dans un volume connu d'émulsion titrée et qui, en milieu acide, se collent contre la paroi, sans former de grumeaux. Et il a obtenu ainsi (à $\frac{1}{100}$ près) les mêmes rayons que par application de la loi de Stokes, qui s'est trouvée par là même amenée jusqu'au seuil du domaine ultra-microscopique.

Il fallait maintenant étudier la répartition de régime permanent des émulsions, ce qui présentait de grandes difficultés, la hauteur de la colonne dont on pouvait disposer étant limitée à la faible épaisseur (100^{μ}) d'une préparation microscopique. Une des méthodes suivies consiste à prendre des photographies instantanées à différents niveaux et à compter sur les clichés les images des grains (au nombre de plusieurs milliers dans chaque préparation).

La répartition de régime permanent atteinte après quelques heures s'est montrée exponentielle dans tous les cas, les grains d'une émulsion se raréfiant selon la hauteur comme fait l'atmosphère autour d'un aérostat qui s'élève.

Il ne reste plus qu'à déduire de ces mesures la valeur de l'énergie granulaire et à reconnaître si elle est égale à la valeur prévue, ou, ce qui revient au même, à en déduire la constante N (nombre de molécules par molécule-gramme) et à voir si elle est indépendante de l'émulsion et si elle concorde avec le nombre grossièrement fixé pour la constante d'Avogadro.

C'est ce que l'expérience a complètement vérifié, les valeurs trouvées pour différents rayons avec le mastic ou la gomme-gutte sont égales, les rapidités de raréfaction avec la hauteur ayant varié de 1 à 25. Le mouvement brownien est donc bien d'origine cinétique. En même temps, la valeur de N et celle de toutes les grandeurs moléculaires en dépendant sont pour la première fois établies avec une précision que la méthode employée permet de porter à tel degré qu'on voudra et qui est dès maintenant très

supérieure à celle qu'avaient pu donner les méthodes précédemment employées.

Une autre marche était toutefois possible. Elle avait été suggérée par Einstein qui avait tiré de la théorie cinétique un moyen de prévoir le déplacement moyen d'un grain de rayon donné en un temps donné. Grossièrement vérifiée par Svedberg, puis niée par V. Henri, elle a été reprise, à la demande de M. Perrin, par un de ses élèves, M. Chaudesaigues, puis par M. Perrin lui-même, aidé de M. Dabrowski. Le résultat a été que la formule d'Einstein se vérifiait rigoureusement. La valeur trouvée pour N a été entièrement confirmée.

De ce corps à corps avec un problème redoutable M. **Perrin** sort donc, encore cette fois, glorieusement vainqueur.

La Commission lui décerne le prix Planté.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Amagat, Gernez, Bouty, Villard, Maurice Levy, Cailletet, Poincaré; Violle, rapporteur.)

Depuis 30 ans M. **Léon Teisserenc de Bort** poursuit avec une ardeur inlassable et un succès évident l'étude de quelques-uns des problèmes les plus importants de la Météorologie et de la Physique du globe.

Il a débuté dans cette étude sous les auspices de notre regretté confrère, M. Mascart, qui le chargea bientôt de la direction du service de Météorologie générale au Bureau central.

Ce fut là qu'il mit en évidence la relation entre les anomalies de la température et celles de la pression. Lorsqu'une région d'une certaine étendue offre un excès de température relativement aux points situés sous la même latitude, il y a tendance à la formation d'un minimum barométrique, qui s'établit presque exactement en coïncidence avec le maximum thermométrique. Un excès de chaleur correspondra donc à un déficit de pression, et *vice versa*. Cette relation, formulée en 1879, est assez précise pour conduire à une proportionnalité approchée des écarts des deux éléments, comme le général de Tillo l'a fait voir ultérieurement. M. Mohn en a confirmé la généralité.

Partant des données que l'on possédait alors sur l'état de l'atmosphère à

diverses hauteurs (par les observations faites au Puy de Dôme, au Pic du Midi et à Pikes Peak), M. Teisserenc de Bort établit que, à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère, les groupements d'isobares autour des aires de haute et de basse pression s'effacent et font place à une répartition régulière où les isobares, parallèles entre elles, s'inclinent vers les pôles. Il peut alors dresser pour différents niveaux les Cartes des isobares, donnant le véritable caractère de la circulation dans l'atmosphère jusqu'à 4000^{m}. Il réussit même à figurer la distribution moyenne de la pression barométrique sur le globe dans les saisons extrêmes, en admettant intuitivement une circulation des couches supérieures que les travaux de M. Hildebrandson sur les nuages ont vérifié quelques années plus tard.

D'autre part, l'étude des Cartes journalières le conduit à regarder les isobares si variées qu'on rencontre près du sol comme ayant une sorte de squelette qui subsiste malgré les déformations quotidiennes. Ce squelette est formé par les aires de forte et de faible pression, qui ont un habitat défini et s'y retrouvent toujours comme si elles étaient astreintes par une sorte de lien invisible à ne pas s'écarter d'une région déterminée. Ces aires, il les considère avec raison comme les *centres d'action* de l'atmosphère inférieure, idée féconde admise aujourd'hui par tous les météorologistes.

En même temps, il apportait des contributions importantes à nos connaissances sur les tourbillons atmosphériques et sur le caractère des vents qui les accompagnent.

Entraîné par ces études touchant à toutes les questions de la Dynamique météorologique, M. Teisserenc de Bort édifia à ses frais cet Observatoire modèle de Trappes où sont réunies les ressources les plus précieuses pour l'étude de la haute atmosphère. A cet effet, il emploie d'abord les cerfs-volants (1897) suivant l'exemple de M. Rotch, puis les ballons (1898), ainsi que l'avaient déjà fait MM. Hermite et Besançon; aujourd'hui, il utilise l'un et l'autre des deux moyens. Ouvrier de la première heure, il a dû adapter à une besogne nouvelle des agencements spéciaux : treuils électriques, fils métalliques de diamètres croissants pour cerfs-volants, types spéciaux de ballons légers, solides et peu coûteux, instruments enregistreurs précis sous un faible poids, actuellement adoptés partout.

M. Teisserenc de Bort a effectué ainsi des milliers de sondages à Trappes, en Danemark, en Laponie, sur la Méditerranée et sur l'Atlantique. Ces sondages ont modifié complètement les idées que l'on se faisait de l'atmosphère libre. Ils ont, en effet, permis de reconnaître qu'à une altitude de 7^{km} ou 8^{km}, il y a encore dans la température de l'air un change-

ment d'une dizaine de degrés entre l'été et l'hiver. Les variations diurnes mêmes sont souvent plus marquées à quelques kilomètres que près du sol, dont on s'était exagéré le rôle. La grande cause de modification de la température dans les couches moyennes est la détente quasi adiabatique qu'éprouve une masse d'air entraînée par un mouvement tourbillonnaire. Au-dessus de la région des tourbillons, dont la limite supérieure se reconnaît aux mouvements des ballons ou des nuages, la température cesse de décroître et l'air est à un régime presque isotherme, présentant seulement de petites variations.

Ainsi, M. Teisserenc de Bort a démontré que l'atmosphère terrestre se divise, dans la partie explorée jusqu'ici (plus de 20^{km}), en deux zones superposées : l'une à décroissance thermique suivant presque exactement la loi de la détente adiabatique; l'autre, la *zone isotherme*, à température à peine variable. La limite entre les deux zones est située dans nos régions à une altitude moyenne de 11^{km}, plus haut en avant d'une dépression, plus bas dans la dépression même et encore un peu plus bas à l'arrière. Les mêmes phénomènes se retrouvent aussi bien sous le cercle polaire (à Kiruna, en Laponie) qu'à Trappes et dans tous les pays où l'on a fait des sondages aériens.

Pendant ces dernières années, M. Teisserenc de Bort a organisé, en commun avec M. Rotch, trois expéditions d'exploration de l'air dans les régions intertropicales de l'Atlantique, et il en a discuté les résultats. Il en a conclu que, au-dessus de l'alizé de NE et ENE régnant dans notre hémisphère, souffle un vent à composante S qui repose directement sur l'alizé à l'altitude de 1800^m et qui s'élève jusque vers 4000^m à la latitude de Ténériffe, en même temps qu'il se recourbe en passant du SE au S, puis au SW, et tend à faire place au vent de NW quand on avance vers les Açores. Ainsi a été mise hors de doute l'existence du contre-alizé, dont une partie vient de l'autre hémisphère. Dans cet autre hémisphère, le contre-alizé se retrouve de même au-dessus de l'alizé du SE.

Les croisières de l'*Otaria*, préparées avec le plus grand soin, ont vivement frappé les météorologistes; et l'Allemagne a décidé de poursuivre l'étude de l'atmosphère au-dessus de l'Océan, sous la direction du professeur Hergesell, depuis le Pic de Ténériffe jusque dans les régions arctiques.

Tout dernièrement, M. **Teisserenc de Bort** a entrepris d'étudier la composition chimique de l'air à diverses hauteurs. Pour effectuer la prise d'air, il emploie un tube soigneusement vidé et terminé par une pointe fine. A la hauteur voulue, cette pointe est brisée par un petit marteau sur lequel agit

le baromètre à l'aide d'un contact fermant le courant d'un petit accumulateur. Deux minutes après, ce même courant, sous l'action d'un second contact, fait rougir un fil de platine à la base de la pointe qui est aussitôt fondue et obturée. La prise d'air est ainsi effectuée à l'abri de toute souillure. L'étude spectroscopique de l'air recueilli vers 14^{km} y montre nettement l'argon, le néon et l'hélium, le mélange néon-hélium formant environ le $\frac{1}{65000}$ de la masse totale. Ce n'est là qu'un premier résultat d'une étude éminemment intéressante.

L'ensemble de ces recherches, dans lesquelles l'habileté à vaincre les difficultés se joint à une pénétration profonde, paraît à la Commission entièrement digne du prix La Caze.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Lemoine, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Haller, Jungfleisch, rapporteurs.)

Ce prix, *destiné à récompenser des travaux remarquables de Chimie organique*, est partagé entre M. **G. Blanc** et M. **Marcel Guerbet**.

Rapport sur les travaux de M. G. Blanc, *par M.* **Haller**.

Depuis la publication, en 1896, de son premier travail, M. **G. Blanc** n'a cessé d'apporter chaque année des contributions nouvelles et originales au progrès de la Chimie organique.

Comme beaucoup d'hommes de science, M. Blanc a débuté dans la recherche par des travaux d'ordre purement analytique et s'est d'abord attaché à l'étude des produits de dégradation de l'acide camphorique par le chlorure d'aluminium.

Parmi les multiples composés obtenus dans cette réaction, il a isolé un

acide fort intéressant : l'acide isolauronolique ou β-campholytique. L'étude méthodique et soigneuse des dérivés de cet acide, ainsi que celle de ses produits de dédoublement, ont conduit l'auteur à établir, non seulement la constitution de cette molécule, mais encore le mécanisme particulier de la transposition moléculaire que subit l'acide camphorique pour fournir cet acide.

Cette première étude, pleine d'aperçus absolument nouveaux, a amené M. Blanc à élucider une autre transformation non moins curieuse, celle de l'acide isolauronique.

Au cours de ces recherches, l'auteur a observé qu'en réduisant l'éther isolauronolique par du sodium au sein de l'éther humide, on obtient un composé qui diffère du produit primitif par un atome d'oxygène en moins et deux atomes d'hydrogène en plus. Ce sont là les relations qui lient les alcools primaires aux acides monocarboxylés. L'alcool isolauronolique s'est en effet montré comme un alcool primaire.

Cette réaction, unique en son genre à l'époque, a été généralisée plus tard et a permis à MM. Bouveault et Blanc de passer des acides carboxylés simples ou mixtes (acides-alcools, acides-cétones, acides aminés, etc.) aux alcools correspondants. A la suite de ces travaux, M. G. Blanc a été conduit à essayer la réduction des acides bibasiques par l'intermédiaire de l'alcool absolu et du sodium, et il a constaté qu'il se formait, dans certains cas, des lactones. Si l'on traite ensuite ces lactones par du cyanure de potassium, ou bien si on les convertit en éther γ ou β bromés, qu'on soumet ensuite à l'action de l'éther malonique sodé, on obtient avec facilité toute une série de nouveaux acides bibasiques. C'est ainsi que l'auteur a pu réaliser la synthèse totale des acides αα-diméthylglutarique, αα-diméthyladipique, ββ-diméthyladipique, etc., corps qui offrent un grand intérêt parce qu'ils représentent des produits de dégradation de dérivés terpéniques et que leur constitution n'avait jamais été prouvée d'une manière certaine.

Les acides ainsi obtenus ont ensuite été convertis, par une méthode nouvelle, en cétones cycliques dont quelques-unes se rapprochent beaucoup de certaines cétones terpéniques. L'acide αα-diméthyladipique a notamment permis à l'auteur de préparer l'αα-diméthylpentanone qui, par une suite de réactions convenables, a été transformée en dérivés immédiats du camphre : acide β-campholytique, campholène, campholènelactone.

M. Blanc a ainsi démontré par synthèse les constitutions qu'il avait proposées comme découlant de ses études analytiques.

Indépendamment de ces recherches que l'on peut considérer comme capitales au point de vue de nos connaissances sur le groupe du camphre,

M. Blanc a publié différents autres Mémoires, soit seul, soit en collaboration avec M. Haller. C'est ainsi qu'il a préparé avec ce savant la β-campholide, les éthers énoliques des acides acylcyanacétiques, les deux éthers camphoramiques, etc. En raison de l'originalité et de l'importance des résultats obtenus et aussi de la constance avec laquelle M. **Blanc** poursuit ses recherches délicates, la Commission, à l'unanimité, a décidé de lui accorder la moitié du prix Jecker pour l'année 1909.

Rapport sur les travaux de M. Marcel Guerbet, *par M.* **Jungfleisch.**

Le premier travail de M. **Marcel Guerbet** a pour objet l'étude de l'acide campholique. Après avoir fait connaître un procédé pratique de préparation, M. Guerbet étudia cet acide ainsi qu'un grand nombre de ses dérivés et, notamment, le campholène, qu'il transforma en hexahydropseudocumène; il constata, en outre, qu'un nouvel acide, l'acide isocampholique, isomère de l'acide campholique, prend naissance en même temps que ce dernier.

Peu de temps après, M. Guerbet a fait connaître un nouveau mode de formation des amines primaires, fondé sur l'hydrogenation des amides correspondants, par le sodium et l'alcool amylique bouillant: le formiamide lui donna ainsi la méthylamine; l'acétamide, l'éthylamine; le benzamide, la benzylamine.

Au cours de ses recherches sur l'hydrogénation des amides, M. Guerbet a fait une observation qui l'a mis sur la voie d'une série de travaux d'un très réel intérêt. Il a vu que l'alcool amylique, après qu'on l'a employé dans plusieurs opérations successives d'hydrogénation, ne distille plus à sa température normale d'ébullition; il contient un composé neutre, bouillant beaucoup plus haut. M. Guerbet a reconnu que, dans les conditions réalisées pour l'hydrogénation, l'alcool amylique réagit sur son dérivé sodé pour donner un alcool résultant de l'union des deux molécules, l'alcool diamylique, et une molécule de soude; celle-ci intervient, d'autre part, pour oxyder les alcools présents dans le mélange et les transformer en acides correspondants, l'acide isovalérianique dominant en quantité.

M. Guerbet a cherché aussitôt à généraliser cette observation heureuse. Il a montré d'abord que des réactions semblables sont fournies par presque tous les alcools primaires saturés de la série grasse; il a reconnu en outre que ces réactions peuvent être appliquées à la condensation d'un alcool, non seulement avec son propre dérivé sodé, mais encore avec le dérivé sodé d'un alcool différent.

La nouvelle méthode de synthèse d'alcools s'applique aussi à la condensation des alcools de la série aromatique avec ceux de la série grasse. L'alcool benzylique sodé, traité par l'alcool éthylique, propylique, butylique ou isoamylique, a donné une série d'alcools dont l'alcool benzyléthylique est le type le plus simple et qui répondent à la formule générale $C^6H^5 - CHR - CH^2 - OH$; dans leur formation, l'oxhydryle de l'alcool benzylique a été éliminé.

Lorsque l'alcool benzylique réagit sur son propre dérivé sodé, il donne naissance au stilbène, $C^6H^5 - C \equiv C - C^6H^5$, par élimination des deux oxhydryles ; l'hydrogénation intervenant ensuite, il se forme du dibenzile, $C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - C^6H^5$.

La même réaction synthétique n'est pas applicable seulement aux alcools primaires ; elle l'est aussi aux alcools secondaires. M. Guerbet a pu la réaliser avec l'alcool isopropylique et l'alcool caprylique. Il a observé qu'en pareil cas, avec l'alcool diisopropylique ou l'alcool dicaprylique, produits formés par doublement de la molécule, il y a, par des réactions plus complexes mais effectuées d'après le même mécanisme, production d'alcool triisopropylique ou d'alcool tricaprylique.

Dans le cas des alcools secondaires, la formation de la soude, qui accompagne celle des alcools complexes, a pour conséquence une oxydation, opérée à haute température, de l'alcool générateur ; la molécule est dédoublée en produisant deux acides moins riches en carbone.

Les seuls alcools faisant exception sont l'alcool méthylique et ceux qui, comme l'alcool isobutylique, ont leur groupement alcoolique relié à un carbone tertiaire. La réaction est donc applicable à la production de beaucoup d'alcools riches en carbone. M. Guerbet l'a employée pour préparer un certain nombre d'alcools de ce genre, jusqu'alors inconnus. La comparaison des résultats a montré que, dans tous les cas, la soudure des deux molécules s'effectue avec élimination de l'oxhydryle de l'alcool le plus riche en carbone.

La réaction de M. Guerbet est ainsi générale ; elle a permis à son auteur de produire des alcools à molécules complexes, de formes assez variées. Elle apporte une ressource précieuse pour la production des alcools à poids moléculaire élevé, que nous ne connaissons encore qu'en trop petit nombre.

Les acides produits par l'action oxydante de la soude sur les alcools secondaires, dans les circonstances qui viennent d'être indiquées, sont différents de ceux fournis par d'autres réactifs. M. Guerbet a essayé la même action oxydante sur un alcool secondaire particulier, à chaîne fermée, le

bornéol droit; il a obtenu ainsi un résultat d'un autre genre. L'alcool secondaire, chauffé vers 250° avec la soude caustique, se transforme intégralement en acide campholique droit; le bornéol gauche et l'isobornéol fournissent de même, le premier l'acide campholique gauche, le second l'acide campholique racémique, qui n'avaient pas encore été obtenus.

M. Guerbet a montré par là que les réactions génératrices de l'acide campholique, restées jusqu'ici inexpliquées, sont dues à l'action de la soude, exercée à haute température, sur le bornéol ou le camphre.

M. Guerbet a publié en outre, dans diverses directions, des travaux intéressants.

Il a établi la composition de l'essence de santal, des Indes orientales, et a établi la nature des principes qui constituent cette essence : un aldéhyde, le santalal, deux hydrocarbures, les santalènes, et deux alcools sesquiterpéniques, les santalols. Ces deux alcools forment la partie principale de l'essence ; ils s'y trouvent éthérifiés partiellement par l'acide formique, l'acide acétique et deux acides nouveaux, l'acide santalique et l'acide térésantalique.

Dans une autre série de recherches, M. Guerbet a préparé le lactate mercureux et le lactate mercurique; il a reconnu que ce dernier sel, en solution aqueuse, se décompose facilement en lactate mercureux, acide lactique, acétaldéhyde et gaz carbonique. Appliquant cette réaction d'oxydation de l'acide lactique à d'autres acides-alcools, il a vu que l'acide glycolique donne ainsi le formaldéhyde, l'acide tartrique donne le glyoxal et l'acide gluconique donne l'arabinose. La transformation de l'acide gluconique en arabinose est particulièrement intéressante; la réaction qui la fournit semble susceptible d'applications diverses dans l'étude des matières sucrées.

La Commission des prix de Chimie propose à l'Académie d'attribuer à M. **Guerbet** la moitié du prix Jecker.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Troost, rapporteur.)

La Commission propose de partager également le prix entre MM. **Carré**, **Jolibois**, **Brunel**.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot; Maquenne, rapporteur.)

De tous les enduits dont on recouvre le fer, en vue de le préserver de la rouille, le plus employé est encore actuellement la peinture au minium de plomb. C'est, en effet, le plus efficace, mais il présente, à cause de sa composition, le grave inconvénient d'être toxique ; il y a donc lieu, comme on l'a fait pour les peintures ou mastics à base de céruse, de lui chercher un succédané qui présente les mêmes avantages, sans en avoir les défauts.

MM. **Émile Lefranc**, **Paul Letellier** et **Maurice Perrot**, sous la raison sociale Lefranc et Cie, livrent depuis plusieurs années au commerce, sous le nom de *grisol*, un produit, broyé à l'huile, qui paraît répondre à ce double desideratum, en ce sens qu'il protège le fer de l'oxydation aussi bien que le minium et ne renferme que des substances d'une innocuité parfaite.

Le grisol est, en effet, un mélange d'oxyde de zinc et de sulfate de baryte, avec un peu de charbon et une proportion relativement considérable (environ 47 pour 100 du produit sec) d'un silicate d'alumine particulier, auquel il doit ses qualités spéciales.

Ces qualités sont aujourd'hui affirmées par une pratique ininterrompue de 5 ans, et toutes les références qui s'y rapportent sont unanimes à reconnaître que le grisol exerce vis-à-vis des métaux un pouvoir protecteur équivalent à celui du minium, tout en couvrant, à poids égal, une surface double, ce qui en rend l'emploi plus économique. De plus il présente, après séchage, une dureté très grande, qui lui permet de résister au frottement mieux que la peinture au minium.

A cause de son excellente tenue dans l'eau de mer, plusieurs grandes entreprises de navigation, entre autres la Compagnie générale transatlantique, l'ont adopté comme enduit protecteur des cales et même des coques des navires.

Après essais préalables, reconnus satisfaisants, l'emploi du grisol a été autorisé par décisions ministérielles dans les départements de la Guerre et de la Marine ; le chemin de fer de l'État, sur ses ouvrages d'art et ses wagons de marchandises, la Ville de Paris, dans ses services des eaux et de la voirie, s'en servent utilement ; enfin, on en fait usage dans la plupart des casernes parisiennes, ainsi qu'à l'hôpital du Val-de-Grâce, en raison de sa résistance au lavage et de son innocuité.

Toutes ces références, auxquelles on pourrait joindre nombre d'applications à l'industrie privée (charpentes en fer, constructions mécaniques, appareils de chauffage, coffres-forts, pompes, automobiles, etc.), montrent que le grisol, au point de vue surtout de la protection des surfaces métalliques, semble posséder toutes les qualités du minium et peut lui être substitué, comme premier enduit et même comme couche définitive, dans tous les cas où la couleur de celle-ci est indifférente.

Comme il offre sur ce dernier l'avantage d'être complètement inoffensif, aussi bien au cours de sa fabrication qu'à celui de ses emplois, sa découverte marque, dans l'industrie des couleurs minérales, un progrès qui intéresse hautement l'hygiène.

C'est pourquoi notre Commission propose à l'Académie d'attribuer cette année le prix Montyon (Arts insalubres) à MM. **Émile Lefranc**, **Paul Letellier** et **Maurice Perrot**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Lemoine, Haller, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Le Chatelier, rapporteur.)

Les travaux de M. **Recoura** se prêtent difficilement à une analyse sommaire, car ils portent sur des points très délicats de l'histoire des sels. Ils sont en contradiction avec quelques-unes des anciennes idées classiques de la Chimie minérale et présentent une originalité d'un grand intérêt.

En étudiant les composés du chrome, M. Recoura a reconnu parmi des combinaisons, classées sans aucune hésitation dans la famille des sels, l'existence de corps complexes possédant des fonctions toutes spéciales. On avait depuis longtemps observé dans les différentes combinaisons du chrome l'existence de deux variétés distinctes, l'une violette et souvent cristallisable, l'autre verte. Malgré de nombreuses recherches, la raison de ces différences n'avait pas été reconnue; M. Recoura a été assez heureux pour résoudre complètement le problème et jeter ainsi des lumières très vives sur la constitution de composés minéraux restés jusque-là indéchiffrés.

Le sulfate de chrome violet dissous dans l'eau, puis chauffé, se dédouble en acide sulfurique libre et en un sulfate basique vert, $2Cr^2O^3, 5SO^3$, de

composition constante, retrouvé depuis par de nombreux expérimentateurs au moyen de méthodes d'observations différentes. Ce corps n'est pas un sel basique ordinaire, mais le sulfate d'une base complexe, l'hydrate de sulfochromyle; il renferme encore de l'acide sulfurique, mais de l'acide dissimulé aux réactifs usuels de ce corps. Cette base complexe est décomposée par la potasse et donne un nouvel oxyde de chrome basique dont le sulfate ne renferme que deux molécules d'acide au lieu de trois dans le sulfate ordinaire.

M. Recoura a également découvert l'existence d'un isomère vert du sulfate neutre violet, présentant même composition que ce dernier, mais dans lequel tout l'acide sulfurique est dissimulé. Ce corps, sans aucune analogie antérieurement connue dans la Chimie minérale, possède la propriété remarquable de se combiner aux sulfates métalliques en donnant de véritables sels, dans lesquels le nouveau métal garde ses propriétés ordinaires, tandis que la totalité de l'acide sulfurique est dissimulée. Ce sont les sels d'un nouvel acide complexe, $Cr^2O^3, 4SO^3H^2O$, l'acide chromosulfurique. Les sels des bases alcalines formés par cet acide sont les isomères des aluns ordinaires; ces derniers se transforment très facilement sous l'action de la chaleur en chromosulfates.

M. Recoura a préparé d'autres acides complexes, les acides chromo di- et trisulfuriques obtenus par combinaison du sulfate vert de chrome avec l'acide monohydraté. Une partie de l'anhydride sulfurique de ces acides complexes peut être remplacée par l'anhydride chromique.

Il existe enfin un isomère de l'acide sulfochromique qui est également un acide complexe, mais qui ne manifeste aucune des propriétés de l'acide sulfurique, ni de l'oxyde de chrome; il ne présente pas la coloration très intense de tous les composés du chrome, ses solutions sont à peu près incolores. Il possède enfin la propriété très curieuse de précipiter de leurs dissolutions tous les sels métalliques, même les sels alcalins.

Ce sont là des résultats extrêmement importants. M. Recoura a découvert ainsi de nouvelles familles de sels métalliques, absolument différents des combinaisons formées par les acides simples. Ces observations ont été le point de départ de nombreuses recherches, tant en France qu'à l'étranger.

Des études analogues sur les chlorures et les oxydes de chrome lui ont permis de préciser pour ces combinaisons l'existence de plusieurs variétés isomériques, dont quelques-unes n'étaient même pas soupçonnées. Par exemple, le chlorure de chrome $Cr^2Cl^6, 12H^2O$, en dehors de la variété

verte cristallisée bien connue, présente un isomère gris nettement séparé du précédent, non seulement par sa coloration, mais encore par la grandeur de ses constantes thermochimiques. Il n'existe d'ailleurs aucune corrélation entre le chlorure et le sulfate vert, malgré l'identité de leur coloration.

L'étude des hydrates chromiques lui a donné une série de bases différentes, obtenues par l'ébullition prolongée de l'hydrate normal et présentant des capacités de saturation pour les acides progressivement décroissantes; on arrive graduellement à une variété d'hydrate chromique dont une molécule ne peut fixer qu'une seule molécule d'acide monobasique. Au delà de cette limite, l'hydrate chromique devient insoluble dans les acides étendus.

L'étude des sels ferriques, entreprise en s'inspirant des résultats obtenus sur le chrome, a permis à M. Recoura de préparer un grand nombre d'isomères parfaitement définis du sulfate ferrique hydraté ou anhydre, ainsi qu'un acide ferrisulfurique correspondant à l'acide chromosulfurique; il a pu en obtenir les éthers, mais non les sels trop facilement décomposables par l'eau.

En dehors de ces découvertes capitales, M. Recoura a poursuivi un grand nombre de recherches dans les directions les plus variées : études sur la chaleur de combustion des matières organiques faites en collaboration avec M. Berthelot; loi des tensions de vapeur des dissolutions, connue sous le nom de *loi de Raoult et Recoura*, établie en commun avec M. Raoult; recherches sur le sulfate cuivreux, le chlorure chromeux, le sulfate de baryum colloïdal, etc. Dans tous ces travaux, il a fait un usage très heureux des méthodes thermochimiques, avec lesquelles il s'était familiarisé dans le laboratoire de Berthelot.

Le principal titre de M. Recoura à la distinction que l'Académie des Sciences lui confère aujourd'hui est l'ensemble de ses études sur les composés du chrome, par lesquelles il a ouvert des voies nouvelles à la Chimie minérale. On connaissait bien le polymorphisme de nombreux corps cristallisés, mais les corps découverts par M. Recoura ne se distinguent pas seulement les uns des autres par des différences dans leurs propriétés physiques, ils se séparent nettement par leurs propriétés chimiques; ce sont de véritables métamères analogues aux exemples déjà si nombreux fournis par la Chimie organique. Dans toutes ces recherches, M. **Recoura** a fait preuve d'un talent d'expérimentateur de premier ordre et d'une remarquable perspicacité scientifique. Il a découvert des propriétés nouvelles et inattendues

dans des corps qui, depuis longtemps, paraissaient bien connus et il a étayé ses affirmations imprévues sur des preuves nombreuses et assez variées pour les rendre absolument inattaquables.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, Zeiller, Bouvier; Edmond Perrier, rapporteur.)

Question posée : *Les stades d'évolution des plus anciens Quadrupèdes trouvés en France.*

Le prix est décerné à M. **Armand Thévenin**, assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

Jusqu'au milieu du XIXe siècle on n'avait décrit, en France, aucun reste de Vertébré terrestre dans les terrains primaires. Gervais et Coquand signalèrent alors deux fragments de squelettes de Reptiles, l'un trouvé dans les grès permiens de l'Hérault, l'autre dans des assises contemporaines du Jura. C'est seulement à partir de 1867 que les découvertes se multiplièrent. Gaudry décrivit alors l'*Actinodon* trouvé par M. Frossard, à Muse, près d'Autun. Pendant une période de quinze années, grâce au zèle des ingénieurs d'Autun, les gisements furent activement fouillés, et Gaudry n'interrompait ses travaux fondamentaux sur les « Enchaînements » que pour faire connaître au monde savant le *Protriton*, le *Pleuronoura*, l'*Actinodon*, l'*Enchirosaurus*, le *Stereorachis*, l'*Haptodus*. Quelques années plus tard, MM. Boule et Glangeaud ajoutaient à cette série d'Amphibiens et de Reptiles le *Callibrachion Gaudryi*.

Mais, à l'étranger, l'étude de ces premiers Quadrupèdes a, en même temps, progressé activement. MM. Fritsch, Credner en Allemagne, Huxley, MM. Smith Woodward et Andrews en Angleterre, Cope et ses disciples

dans l'Amérique du Nord, ont également cherché, par l'examen des fossiles du Carbonifère ou du Permien, à éclaircir la question de l'origine des Vertébrés quadrupèdes.

Ces études et les recherches récentes sur la phylogénie des Reptiles fossiles, sur l'origine des Mammifères et des Oiseaux ont fait progresser la Science de telle sorte qu'une revision des ossements fossiles trouvés dans le Carbonifère supérieur ou le Permien de France s'imposait. Je l'ai entreprise sur les conseils aussi pressants que bienveillants de M. Gaudry. Mais le Mémoire que je présente à l'Académie n'est pas seulement une sorte de mise au point des travaux antérieurs.

J'ai pu me procurer un bon nombre de fossiles nouveaux, récemment découverts à Autun, à Commentry, à Monceau-les-Mines, dans l'Aveyron et dans l'Hérault, et j'ai appliqué à leur étude des procédés techniques nouveaux, qui m'ont conduit à d'intéressantes conclusions.

J'exposerai successivement et brièvement les découvertes de M. Thévenin relatives : 1° aux Amphibiens; 2° aux Reptiles; enfin, je dirai les conclusions qu'on en peut tirer.

Amphibiens.

Les Amphibiens paléozoïques étudiés dans son Mémoire appartiennent les uns au groupe des Stégocéphales (exemple l'*Actinodon*), les autres au groupe des Aistopodes. Parmi les Stégocéphales de France, il y a lieu de distinguer le *Protriton*, qui a pu donner naissance aux Urodèles actuels, et l'*Actinodon* qui a eu pour descendants les grands Labyrinthodontes triasiques.

Dans le premier groupe, il a décrit le *Protriton-Faydi* du Houiller de Commentry, plus ancien que les fossiles d'Autun, qui est particulièrement intéressant parce que les échantillons trouvés correspondent au passage de la vie aquatique à la vie terrestre. Les uns sont encore pourvus de leurs branchies; les autres, dont le squelette dermique est plus ossifié, en sont dépourvus. Il a eu la bonne fortune de trouver parmi les *Protriton* d'Autun un grand nombre de spécimens de *P. petrolei* de diverses tailles, et, en leur appliquant des procédés de dégagement nouveaux, de pouvoir suivre le développement ontogénique de cette espèce, depuis des animaux de 22^{mm} de longueur jusqu'à ceux dont la taille atteint 25^{cm}. Il a pu observer le développement des os du crâne, de l'anneau sclérotique, des os des membres, de la ceinture scapulaire, du revêtement écailleux ventral qui apparaît quand l'animal passe de la vie aquatique à la vie terrestre, par

suite du frottement de son corps devenu exclusivement rampant contre les aspérités du sol. En réalité, ces stades successifs de développement sont à peu près identiques à ceux que Credner avait observés chez une espèce de Saxe qu'il a nommée *Brachiosaurus amblystomus*, mais ils ont pu être suivis plus loin.

Dans le groupe des *Actinodon* la série d'échantillons examinés par M. Thévenin l'a porté à penser que les *Actinodon brevis* et *Frossardi*, ainsi que l'*Enchirosaurus Rochei* décrits par Gaudry, ne sont que des états de développement différents d'une même espèce extrêmement voisine de l'*Eryops* du Permien du Texas. Il a suivi les variations ontogéniques : 1° de la vertèbre, composée, on le sait, de plusieurs pièces, mais dans laquelle les pleurocentres se différencient après l'arc neural et l'hippocentre ; 2° du crâne, dont la partie masticatrice s'allonge chez les animaux plus âgés ; 3° des côtés et de la ceinture scapulaire composée de plaques spéciales à ces anciens Stégocéphales ; 4° des os des membres dont les extrémités restent longtemps cartilagineuses, mais sur lesquels on voit apparaître progressivement des crêtes pour l'insertion des muscles.

Gaudry s'était demandé si le *Protriton* n'était pas un jeune *Actinodon;* dans l'état actuel des découvertes, cela n'est pas démontrable ; il est encore moins admissible de séparer les deux formes, à l'exemple de M. Gadow, au point de ranger les grands *Actinodons* (*Enchirosaurus*) parmi les Reptiles les plus primitifs, mais le fait que cette opinion ait pu être admise montre combien sont insensibles à cette époque les passages de Batraciens aux Reptiles.

Les *Aistopodes* constituent un groupe assez mal connu d'animaux serpentiformes, dépourvus de membres; ils sont généralement classés parmi les Amphibiens. Si cette opinion est exacte, il faut admettre que les Amphibiens sont déjà fort anciens dès le Houiller, puisqu'ils auraient eu le temps d'y perdre leurs pattes. Les Aistopodes étaient inconnus en France et signalés seulement en Bohême, en Angleterre et en Amérique. M. Thévenin rapporte un fossile unique, ayant plus de 70 vertèbres, recueilli dans un gisement nouveau à La Machine (Nièvre).

Reptiles.

Les travaux récents de MM. Osborn et Smith Woodward sur la classification des Reptiles fossiles ont eu pour résultat, on le sait, de diviser les Reptiles en deux sous-classes, les Synapsidés et les Diapsidés; les premiers

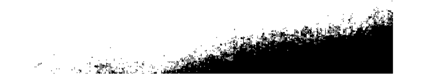
ayant une seule arcade temporale, les autres deux arcades temporales; les premiers auraient donné naissance aux Mammifères et aux Chéloniens, les autres aux Crocodiliens, aux Lacertiens, aux Ophidiens et aux Oiseaux.

Les plus primitifs des Reptiles du premier groupe sont les Cotylosauriens dont le type le plus populaire est le *Parciasaurus*. Ce groupe, qui présente encore des affinités avec les Amphibiens stégocéphales, était inconnu en France. M. Thévenin a étudié une portion de squelette du Permien de l'Aveyron, qui doit à coup sûr être rangé dans cet ordre.

D'autres animaux paléozoïques dont le corps est lacertiforme sont généralement placés parmi les Amphibiens : ce sont les Microsauriens. Ce sont probablement les ancêtres des Reptiles, bien qu'ils aient gardé quelques caractères de Stégocéphales. Ils sont inconnus en France, mais M. Thévenin décrit un Reptile du Houiller de Blanzy, le plus ancien Reptile de France (*Sauravus Costei*), plus évolué que ces Microsauriens, mais qui s'en rapproche par certains caractères et peut, d'autre part, être considéré comme une forme ancestrale lointaine des Rhynchocéphales et, plus lointaine encore, des Lacertiens; une seconde espèce du même genre, *Sauravus Cambrayi*, également du Permien d'Autun, met en évidence l'évolution déjà avancée des Reptiles à cette époque.

L'*Haptodus* (dont j'indique l'identité avec *Palæohatteria* de Saxe) et le *Callibrachion*, tous deux d'Autun, sont de proches parents des Rhynchocéphales, mais ils se rapprochent aussi du *Protorosaurus* de Thuringe et de l'*Aphelosaurus* de Lodève, décrit par Gervais. M. Thévenin a repris l'étude de ce dernier genre, qui peut être considéré comme une forme ancestrale des Dinosauriens et par suite comme un assez proche parent de l'ancêtre commun des Dinosauriens et des Oiseaux.

Enfin, M. Thévenin a repris l'étude d'un Reptile élevé en organisation, quoiqu'il ait été trouvé dans les couches les plus inférieures du Permien d'Autun. C'est le *Stereorachis dominans* décrit par Gaudry, qui avait admirablement mis en évidence son état d'évolution avancé. Les travaux des paléontologistes américains, de Cope et de Case en particulier, nous ont fait connaître le groupe auquel il appartient : ce sont les *Polycosauriens* dont les types les plus populaires sous les *Dimetrodon* et *Nosaurus* aux gigantesques apophyses épineuses. Ces derniers genres, avec une expansion dorsale spéciale et une dentition extrêmement carnivore, sont les derniers représentants du groupe et viennent du Permien supérieur; ils ont été précédés de formes plus simples, et le *Stereorachis* du Permien inférieur



réalise l'une de ces formes simples dont les apophyses épineuses n'ont pas encore pris de grande dimension.

Il résulte de toutes les découvertes de Vertébrés terrestres faites dans les terrains permo-carbonifères de France qu'à cette époque lointaine le monde organique était déjà fort ancien et qu'il faut chercher beaucoup plus profondément dans l'écorce terrestre l'ancêtre commun des Amphibiens et des Poissons, ou même l'ancêtre ou les ancêtres communs des Amphibiens et des Reptiles.

Parmi les Amphibiens paléozoïques de France, aucun ne réalise le type idéal du plus ancien Vertébré terrestre, les plus simples ressemblent déjà par beaucoup de caractères aux Urodèles actuels; ils en diffèrent surtout parce que quand ils passent de la vie aquatique à la vie terrestre, ils acquièrent un revêtement solide que n'ont jamais les Amphibiens actuels. D'après une loi que Gaudry avait beaucoup généralisée, ils sont mieux protégés que leurs descendants. Comme le revêtement de leur corps est devenu très résistant, la fonction de soutien de la colonne vertébrale est moins importante et les vertèbres restent pendant toute la vie composées de plusieurs pièces entourant la notocorde. Certains de ces Amphibiens ont donné naissance aux Urodèles et peut-être aux Anoures, d'autres ont eu pour descendants les Labyrinthodontes qui se sont éteints sans postérité à la fin du Trias.

Le grand nombre de spécimens d'Amphibiens de tailles diverses recueillis à Autun tend à prouver que conformément à la loi de l'*arrêtention embryogénique* que l'auteur de ce Rapport a mise en relief, l'évolution individuelle était alors plus lente qu'elle ne l'est actuellement, et qu'au cours de cette évolution l'influence du milieu pouvait avoir une action plus sensible pour amener la différenciation des formes. Il en est de même d'ailleurs chez les Reptiles, car il est vraisemblable que les *Palæohatteria*, les *Haptodus*, peut-être même les *Callibrachion*, ne sont pas, ainsi que l'a suggéré M. Osborn, des animaux adultes. Cette lenteur de l'évolution individuelle aux époques anciennes peut expliquer l'épanouissement au Trias du groupe des Reptiles, alors très différencié en de nombreux ordres. Mais les Reptiles permo-carbonifères de France étaient déjà fort différenciés, et nous avons vu qu'il existait dans l'Aveyron un Cotylosaurien, ancêtre lointain des Mammifères, un Protorosaurien ancêtre des Dinosauriens; à Blanzy dans le Houiller, à Autun dans le Permien, on a recueilli des squelettes de Reptiles lacertiformes qui, malgré certains caractères archaïques, sont déjà aussi adaptés à la vie terrestre que les Rhynchocéphales ou que les Lacertiens actuels. Le

Stereorachis d'Autun est le représentant relativement primitif malgré une organisation déjà très élevée d'un ordre dont l'évolution est si rapide, qu'il a son apogée dans le Permien supérieur et disparaît au début du Trias.

Les analogies que présentent les Quadrupèdes paléozoïques de notre pays avec les fossiles contemporains de Saxe, de Bohême, de la Prusse rhénane, d'Angleterre, de l'Amérique du Nord et même de l'Afrique australe, avaient frappé dès longtemps Gaudry; il a souvent dans ses œuvres mis en évidence cette uniformité dans la marche de l'évolution et les découvertes qui ont eu lieu depuis ses travaux fondamentaux ont confirmé les géologues et les paléontologistes dans la pensée que ces « stades d'évolution » sont le véritable criterium pour déterminer l'âge des formations sédimentaires. Dans le Houiller ou le Permien de France, dans les localités où une seule trouvaille a été faite, loin des gisements riches, la Paléontologie s'est toujours trouvée d'accord avec la Stratigraphie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Douvillé, Wallerant, Termier, Perrier, Zeiller, Bouvier; Barrois, rapporteur.)

L'œuvre des géologues en Auvergne a été féconde et glorieuse, depuis que Guettard, en 1751, annonçait l'existence, en cette province, de volcans comparables au Vésuve, à l'Etna, mais éteints depuis longtemps et à l'état de ruines. L'Auvergne est devenue, depuis les travaux de Fouqué, la terre classique pour l'étude des volcans. Elle est visitée chaque année par des géologues de tous pays, isolés ou réunis en sociétés, qui ont la bonne fortune de trouver actuellement dans les Mémoires, et parfois dans la personne même de M. **Ph. Glangeaud**, la direction la plus savante et la mieux informée.

L'étude de ces vieux volcans éteints est, en effet, plus instructive quand on suit M. Glangeaud, que celle des volcans en activité; on lit, enregistrée dans leurs flancs, l'histoire de l'éruption tout entière. Les agents séculaires de destruction ne se bornent pas à abattre les sommets des volcans; ils ouvrent sur leurs versants, au milieu des laves et de leurs projections,

de profondes entailles, des vallées. Grâce à ces tranchées, M. Glangeaud a pu, à l'exemple de beaucoup d'autres, mais avec un nouveau succès, pénétrer au cœur des vieux volcans éteints, reconstituer leur histoire, celle des mondes animés qui vivaient dans leur voisinage, et suivre pas à pas les différentes phases de leur évolution.

Il a montré, par son étude des Mammifères trouvés dans les alluvions de l'Allier et de ses affluents, que l'activité volcanique avait débuté lors du Miocène inférieur dans la Limagne, le Velay, l'Aubrac plus tôt qu'on ne pensait, et que les mouvements du sol qui avaient présidé à l'édification des volcans s'étaient poursuivis depuis la fin de l'Éocène jusqu'au Pliocène supérieur.

Il a étudié en détail la série des éruptions de la Limagne, devenue une région volcanique du plus haut intérêt, avec ses volcans de sept époques différentes, dont les coulées sont aujourd'hui suspendues à des hauteurs variant de 400^{m} à 60^{m} au-dessus du niveau actuel de l'Allier. Par contrecoup, M. Glangeaud a pu ainsi mesurer les différentes phases du creusement de cette rivière.

Des conclusions très générales se dégagent de ces recherches, qui élucident les relations génétiques des volcans avec les mouvements orogéniques développés dans le Massif central, depuis l'Éocène jusqu'à nos jours. Dans ces relations, un rôle considérable est dévolu aux failles. L'étude du volcan de Gravenoire avait mis M. Glangeaud sur la voie. Beaucoup de volcans du Puy de Dôme, plus de 150, sont installés sur des fractures tertiaires, à la limite de deux ou plusieurs voussoirs, différemment dénivellés. Dans un assez grand nombre de cas, ce sont d'anciennes fractures d'âge paléozoïque, qui se sont réouvertes pour donner passage aux laves : l'histoire du volcanisme dans le Massif central se rattache ainsi étroitement à celle des mouvements qui en ont affecté le sol depuis les temps les plus reculés.

Ces importantes études sur les volcans d'Auvergne ne constituent pas l'œuvre de M. Glangeaud tout entière, et la Science française lui est redevable d'autres recherches encore sur les facies du Jurassique et du Crétacé, dans le bassin de l'Aquitaine. Elle lui doit la reconstitution, au point de vue paléogéographique, de l'histoire des mers secondaires de ce grand bassin. L'activité corallienne a régné durant une grande partie du Jurassique le long des rivages occidentaux du Massif central et y a édifié des récifs de polypiers, depuis le Bajocien jusqu'au Bathonien, tandis que dans les mers crétacées, les accumulations de rudistes ont remplacé les récifs

de polypiers. Les différences fauniques qui existent entre ces formations et les autres dépôts synchroniques, détritiques ou vaseux, à ammonites, ont été mis en lumière avec talent. Dans une autre série de travaux, M. Ph. Glangeaud a retracé les mouvements auxquels avaient été soumis les terrains secondaires de l'Aquitaine après leur dépôt, et fait connaître ceux qui exondèrent et ridèrent le Jurassique antérieurement au Cénomanien, comme ceux plus récents qui, à l'époque oligocène, déterminèrent des plis dont il a suivi la trace et les connexions sur plus de 250^{km}.

La Commission, frappée de l'importance des recherches de Géologie régionale de M. **Ph. Glangeaud**, propose à l'Académie de lui décerner le prix Delesse.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, Perrier, Zeiller, Bouvier ; Michel Lévy, Lacroix, rapporteurs.)

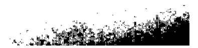
Ce nouveau prix annuel (¹), à sujets alternatifs, destiné en 1908 à récompenser des *travaux relatifs à la Géologie et à la Paléontologie*, prorogé à 1909, est décerné à M. **Léon Bertrand**, pour sa *Contribution à l'histoire stratigraphique et tectonique des Pyrénées orientales et centrales*.

Le prix de 1909, destiné à récompenser des travaux de Minéralogie et de Pétrographie, est décerné à M. **Ferdinand Gonnard**, pour l'ensemble de ses travaux de Minéralogie.

Rapport sur les travaux de M. Léon Bertrand, *par M.* **Michel Lévy**.

« Il est impossible de comprendre l'une des grandes chaînes européennes (les Pyrénées) sans passer par l'œuvre de **Léon Bertrand**. » Cette citation, extraite d'une lettre de M. Lugeon, expert s'il en fût en tectonique, doit

(¹) Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait donation à l'Académie de *quinze cents francs de rente*, pour fonder un prix annuel à sujets alternatifs.



servir de préface à l'appréciation des Mémoires et Notes que nous devons à ce jeune savant sur les Pyrénées.

M. Kilian qui, lui aussi, est un connaisseur, juge, avec la même louange et la même bienveillance, les travaux de M. Léon Bertrand dans les Alpes-Maritimes et aux abords du Mercantour, région difficile où il a trouvé les éléments d'une thèse remarquable datant de 1896 (*Bulletin* n° 56 de la Carte géologique, complété par les feuilles au $\frac{1}{80000}$ de Saint-Martin-Vésubie et d'une grande partie de Nice).

Mais c'est dans le *Bulletin* n° 118 du même Service (1908), sur les Pyrénées orientales et centrales, qu'on trouve l'épanouissement des qualités de pénétration aiguë et de perspicacité qui caractérisent cet observateur. Certes, M. Léon Bertrand a eu des précurseurs ; pour ne citer que les plus récents des collaborateurs de la Carte géologique dans les Pyrénées orientales et centrales, nous indiquerons MM. de Lacvivier, Depéret, Carez, Roussel, qui ont fait paraître de nombreux Mémoires et des Cartes sur cette région difficile. Le Service de la Carte possède, notamment, des minutes au $\frac{1}{80000}$ de plusieurs feuilles des Pyrénées : Foix, due à M. de Lacvivier et revisée par M. Roussel ; Quillan, l'Hospitalet et Prades, dues à ce dernier géologue, etc. Les feuilles de MM. Depéret et Carez sont en voie de publication ou déjà publiées. Celles de MM. de Lacvivier et Roussel n'ont pas paru suffisamment au point pour subir cette épreuve ; mais elles ont été reproduites, en grande partie, sur les esquisses au $\frac{1}{320000}$, qui accompagnent les Bulletins de M. Roussel.

Sans doute, M. **Léon Bertrand** a puisé un grand nombre de documents, d'ailleurs sujets à revision, dans ces Cartes et Mémoires, qui ont été si utiles à la connaissance de la stratigraphie des Pyrénées. Mais les solutions tectoniques, patiemment poursuivies depuis 10 années par l'auteur du *Bulletin* de 1908, sont exclusivement son œuvre et, comme le pense M. Lugeon, elles ont renouvelé nos idées sur cette chaîne de montagnes, si originale et si intéressante.

Le géosynclinal nord-pyrénéen lui a montré au moins quatre grandes nappes successivement charriées les unes sur les autres, du Sud vers le Nord. La jonction de ce géosynclinal avec les sédiments prépyrénéens ; l'originalité de ses propres remplissages, interrompus à l'époque méso-jurassique, reprenant durant l'infra-crétacé pour se terminer au méso-crétacé, et ne surgissant que de la fin de l'Éocène au Stampien ; le métamorphisme si caractéristique subi par les couches secondaires des nappes charriées ; enfin, le contraste tectonique avec la bordure méridionale pyré-

néenne, déjà élucidée par les remarquables travaux de MM. de Margerie et Bresson, tout cet ensemble constitue un magistral exposé de l'état de nos connaissances sur les plis qui, partant de la Provence, viennent se poursuivre dans la chaîne pyrénéenne.

Comme le proclame M. Lugeon, c'est, avec évidence, *le commencement de la synthèse pyrénéenne*, c'est de la *grande science*, et votre Commission a pensé que cet effort couronné de succès méritait l'un des prix Raulin disponibles cette année.

Rapport sur les travaux de M. FERDINAND GONNARD, *par M.* **A. LACROIX.**

Les brillants horizons ouverts par l'étude des propriétés optiques des minéraux, l'application de celles-ci à la connaissance des roches, aussi bien que les recherches de Physique moléculaire, poursuivies, avec tant de succès, sur les cristaux des innombrables sels que fournit la Chimie, ont fait, depuis de longues années, délaisser en France les études d'Histoire naturelle concernant les minéraux. Et, cependant, il est important de connaître les richesses minérales de notre sol national. Les gisements d'un minéral une fois connus, il est utile d'en préciser les particularités qui permettent de discuter sa genèse, de rechercher les variétés de forme de ses cristaux, en fonction des conditions probables de leur formation. Bien d'autres questions encore se présentent à l'esprit et leur nombre augmente avec le progrès des études exclusivement théoriques, de telle sorte que, loin d'être antagonistes, le côté purement physique et le côté naturaliste de la Minéralogie se développent parallèlement, pouvant et devant se prêter un mutuel appui.

Même à un point de vue purement utilitaire, on ne saurait trop encourager les recherches d'Histoire naturelle des minéraux. Telle substance qui, à un moment donné, n'est qu'un objet de curiosité scientifique, peut devenir plus tard d'une importance capitale. On eût bien étonné les minéralogistes d'il y a vingt ans, si on leur avait annoncé qu'un jour viendrait où la monazite, dont les cristaux formaient une rareté de collection, seraient recherchés et trouvés dans des sables, puis exploités par tonnes pour l'extraction de petites quantités de thorine, dont l'existence même dans un tel composé eût paru quelque peu paradoxale. Et de même, qui eût pu prévoir la chasse ardente qu'on fait actuellement à ces paillettes d'autunite, autre rareté minéralogique, qui est devenue un minerai d'uranium, traité pour les minuscules portions de radium qu'elle renferme.

La conséquence du peu de faveur dans laquelle est tenue l'Histoire naturelle des minéraux est la cause principale, mais non la cause unique, de la diminution rapide de ces minéralogistes amateurs qui, jadis, étaient si nombreux dans ce pays et qui ont rendu tant de services à notre science, en faisant connaître les productions naturelles de leur province et en fournissant aux spécialistees une aide efficace, sous forme de précieux matériaux d'étude.

M. **Ferdinand Gonnard** est un de ces amateurs éclairés. Ingénieur des Hospices de Lyon, privé de laboratoire, sans attache universitaire d'aucune sorte, travaillant en solitaire, muni d'un seul goniomètre et d'un microscope, qu'il dut jadis à la libéralité de l'Académie, il a, depuis 30 ans, consacré à la Minéralogie tous les instants qu'il a pu arracher à d'absorbantes occupations professionnelles et à l'éducation d'une nombreuse famille.

Auvergnat, c'est surtout en Auvergne qu'il a exercé son inlassable activité. Grâce à lui, le Puy-de-Dôme est actuellement l'un des départements français où sont connus le plus grand nombre de minéraux ; il a exploré, d'ailleurs aussi avec succès, l'Allier, le Cantal, la Haute-Loire, l'Ardèche, le Rhône et la Loire.

Depuis 1869, il a publié plus de 150 Notes ou Mémoires parus surtout dans les *Comptes rendus* et dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie*.

Il s'est notamment attaché à montrer la dissémination des zéolites dans les roches volcaniques du Massif central et a montré, en particulier, l'abondance de la christianite, zéolite potassique, qu'on ne pouvait s'attendre à rencontrer avec une telle fréquence dans les laves essentiellement calcosodiques. Les trachytes du Mont-Dore lui ont fourni de riches matériaux d'étude, dont il a su habilement tirer parti.

M. F. Gonnard a décrit plusieurs espèces minérales nouvelles : l'offrétite et la dumortiérite, dont la dernière possède des propriétés optiques curieuses. Il s'est occupé longuement des pseudomorphoses.

Il a publié des monographies de cristallographie géométrique sur de nombreux minéraux : orthose, mésotype, calcite, aragonite, cérusite, barytine, hématite, quartz, etc., provenant le plus souvent de gisements explorés et décrits par lui.

Enfin il a publié, en 1875, la traduction du Livre de von Lasaulx : *Étude pétrographique des roches de l'Auvergne*. Il a écrit un Volume, intitulé *Minéralogie du département du Puy-de-Dôme*, qui a eu deux éditions, faites

à ses frais, et tout récemment un autre sur la Minéralogie du Rhône et de la Loire.

La Commission est unanime à vous proposer d'accorder à M. **Ferdinand Gonnard** le prix Raulin, attribué cette année, pour la première fois, à la Minéralogie. L'Académie récompensera ainsi toute une vie de travail désintéressé, consacrée à la Science.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Wallerant, Termier, Perrier, Zeiller, Bouvier; Douvillé, rapporteur.)

Ce nouveau prix biennal, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats. Le prix est décerné à M. **Georges Rolland**, ingénieur en chef des Mines, pour ses études géologiques relatives au bassin minier de Meurthe-et-Moselle (1).

Un des faits les plus saillants de l'histoire industrielle de la France dans ces dernières années est le développement considérable de la métallurgie du fer dans la région de Nancy, développement qui est la conséquence de la mise en exploitation du bassin minier de Briey.

On connaissait les affleurements des couches de minerai dans la région de Longwy et dans le pays messin, mais on ne s'était que peu préoccupé de leur prolongement souterrain vers le Sud-Ouest. M. Georges Rolland, ingénieur en chef des Mines, attaché au Service de la Carte géologique détaillée de la France et chargé de relever les contours géologiques sur les feuilles de Longwy et de Metz, se préoccupa de reconstituer l'allure de la formation ferrifère; combinant les études de la surface avec les résultats des sondages, il put établir la Carte topographique souterraine de la couche de minerais. Cette Carte, qu'il présenta à l'Académie des Sciences en 1898, permettait

(1) Une somme supplémentaire de *mille francs*, une fois donnée par les fondateurs, a permis à l'Académie de décerner le prix pour la première fois en 1909, année de la fondation.

de se rendre compte de l'importance considérable de ce bassin; il pouvait en tracer approximativement la limite d'exploitabilité vers l'Ouest et faisait voir qu'elle dessinait trois golfes correspondant aux bassins de Longwy, de Briey et à celui de l'Orne dont l'ensemble représentait une surface utilisable de 54000 hectares. C'est un des plus riches gisements de minerai de fer du monde entier.

M. G. Rolland étudiait ensuite en détail la répartition du minerai dans les différentes couches et les variations de la richesse dans chacun des points de ces trois bassins.

Les résultats de ces études furent communiqués au Congrès géologique de 1900. Ils furent, dans la suite, complètement vérifiés au fur et à mesure que se développaient les travaux des concessions nouvelles, et aujourd'hui encore la Carte de ces concessions reste comprise dans les limites que ce géologue avait indiquées dès 1898.

M. **G. Rolland** doit ainsi être considéré comme un des ouvriers de la première heure dont les travaux ont efficacement contribué à la mise en valeur du bassin minier de Meurthe-et-Moselle; votre Commission vous propose, en conséquence, de lui décerner la médaille Joseph Labbé pour 1909.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin; Mangin, rapporteur.)

M. **Hue** a déjà rallié vos suffrages, il y a 10 ans, pour ses premières observations sur la structure des Lichens et l'application de cette structure à la classification.

Depuis cette époque, M. l'abbé Hue a publié d'importantes contributions à

la systématique de ces plantes dont l'étude est un peu délaissée aujourd'hui.

L'ébauche de leur classification s'est précisée et complétée, à mesure que les types les plus variés étaient soumis aux investigations de l'auteur. Les principes sont maintenant suffisamment établis pour qu'on puisse en résumer les grandes lignes, fondées essentiellement sur la disposition des hyphes.

Les types les plus simples sont les Lichens homœomères (*Spilonema*, *Ephebe pubescens*, certains *Collema*) où la forme du thalle est subordonnée à celle de l'Algue. Mais cette structure primitive évolue rapidement par suite du développement prédominant des hyphes et de la formation consécutive d'une membrane protectrice sur les deux faces du thalle et au voisinage des apothécies. Nous sommes amenés aux Lichens hétéromères dont le tissu protecteur peut revêtir quatre types principaux : 1° *Hyphes entrelacés*, disposés sans ordre, entre-croisés dans tous les sens, soit entièrement soudés, soit dissociés de manière à former des méats (*Sphærophos*, *Stereocaulon*, *Lepolichen* sont les exemples de ce type); 2° *Hyphes fastigiés*, présentant un axe primaire avec des rameaux plus ou moins nombreux, soit indépendants, soit anastomosés (exemples : *Thamniola*, *Roccella tinctoria*); 3° *Hyphes décomposés* où l'axe primaire se réduit, après avoir donné des ramifications en corymbe, anastomosées en réseau à mailles variables : *Usnea*, *Evernia*, *Parmelia*, *Ramalina*, etc; 4° Hyphes transformés en *plectenchyme* ou faux parenchyme, à cellules polyédriques adhérentes, à parois plus ou moins fusionnées; c'est le type le plus différencié (*Physcia*, *Peltigera*, *Sticta*, *Umbilicaria*, etc.)

Ces types de structure ont servi à établir les caractères des familles et des genres, et les spores ne fournissent plus que des caractères secondaires pour les groupes d'espèce; la structure des Algues a perdu la valeur taxinomique qu'on lui avait accordée, car dans le consortium qui constitue le Lichen, l'Algue est profondément modifiée et réduite à un appareil végétatif.

L'auteur a fait une très heureuse application des caractères qui viennent d'être résumés dans l'étude et la classification des Pannariées, des Hippiées, des *Collema*, des *Platycinthium*, des *Physma*, etc.

Ces résultats, si précis et entièrement nouveaux, où l'anatomie marchant de pair avec la morphologie externe est présentée avec une précision que rehausse encore la netteté des dessins, autorisent votre Commission à proposer l'attribution du prix Desmazières à M. l'abbé **Hue**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller; Mangin, rapporteur.)

Parmi les travaux soumis à son examen pour les prix Montagne, votre Commission a retenu d'une part le traité des *Diatomées marines de France* de MM. **H.** et **M. Peragallo** et, d'autre part, les recherches de M. **Guilliermond** sur la *Cytologie des Cyanophycées et des Bactéries*.

Le Traité des Diatomées marines de France comble heureusement une lacune de notre littérature scientifique au moment où l'importance biologique de ces Algues est affirmée par les recherches océanographiques. Primitivement destiné à compléter le synopsis de van Heurck par l'adjonction des espèces méditerranéennes aux formes océaniques, le travail de MM. Peragallo n'a pas tardé à devenir une œuvre originale présentant l'état actuel de nos connaissances sur la répartition des Diatomées marines en France.

Dans le premier Volume, consacré à la classification et à la description des genres et des espèces, les auteurs ont, en général, suivi les divisions établies par Cleve, mais, inspirés par une longue et minutieuse observation des formes les plus complexes de ces Algues, ils n'ont pas cru nécessaire de suivre dans tous ses détails la classification de l'un des maîtres de l'Océanographie; ils ont fort sagement emprunté à Grunow, à van Heurck, à Smith, à Petit, les données qui leur ont paru plus conformes à l'observation. Les Diatomées pélagiques, que certains diatomistes persistent à méconnaître, occupent, sous le nom de *Pléonémées*, une place en rapport avec leur rôle capital; cette partie de l'Ouvrage se ressent nécessairement des incertitudes qui règnent encore sur la biologie de plantes dont l'évolution est si difficile à suivre. MM. Peragallo ont une tendance à réunir les espèces et nous ne saurions les blâmer de réagir contre l'émiettement des formes qui complique une nomenclature déjà très ardue; la description des espèces est parfois un peu sommaire, mais les dessins très nombreux compensent largement la brièveté du texte.

Le second Volume du Traité est en effet constitué par 130 planches environ avec plus de 2200 espèces figurées. Dans toutes, sauf pour le genre *Pleurosigma*, les moindres détails de la structure des valves sont représentés avec une précision qui fait honneur au talent de dessinateur et à l'esprit d'observation des auteurs.

La réunion des matériaux de cette œuvre importante représente un labeur de plus de 10 ans. Votre Commission estime qu'en faisant bénéficier le public d'un travail aussi précieux, MM. **Peragallo** méritent l'un des prix Montagne de 1000[fr].

M. Guilliermond n'est pas un inconnu pour vous. Déjà, en 1904, ses recherches de cytologie lui avaient valu le prix Desmazières. Depuis cette époque, M. Guilliermond a continué ses travaux délicats sur la cytologie des Ascomycètes, sur les Levures. L'attention de votre Commission a surtout été appelée sur les recherches consacrées à la structure des Cyanophycées et des Bactéries.

Chez les Cyanophycées, Butschli, Nadson, Hégler, Kohl, Wager, etc., considèrent, avec quelques variantes, le corps central de la cellule comme l'équivalent d'un noyau; par contre, Palla, Zacharias, Massart, A. Meyer, A. Fischer nient l'existence du noyau. M. Guilliermond apporte à la solution de cette question une importante contribution. Par l'emploi de procédés de fixation et de coloration les plus variés qui se contrôlent mutuellement, l'auteur établit que la cellule des Cyanophycées est constituée par une mince zone corticale de cytoplasme et par un corps central volumineux.

La zone corticale renferme le pigment bleu à l'état de dissolution; le corps central est constitué par un nucléoplasme incolore et un réticulum formé d'une substance achromatique et de fines granulations de chromatine. Il constitue en somme un noyau, mais un noyau à structure primitive ou *système chromidial*, dépourvu de membrane et de nucléole, comme le pensait Butschli. Ce système chromidial est analogue à l'appareil nucléaire primitif de certains Protozoaires décrits par Hertwig et Schaudin.

Chez les Bactéries, encore rapprochées des Cyanophycées par certains auteurs, les divergences ne sont pas moins grandes au sujet de l'existence du noyau. D'après M. Guilliermond, il n'est pas possible de différencier chez les Bacilles endosporés la moindre trace de noyau; ce qui a été décrit sous ce nom correspond soit à des corpuscules métachromatiques, soit à l'ébauche des cloisons transversales au moment de la division. On observe seulement au milieu du cytoplasme alvéolaire un grand nombre de granulations correspondant, les unes aux corpuscules métachromatiques, les autres à des grains de chromatine. On est alors amené à supposer que les Bactériées renferment la chromatine dispersée en granules très fins dans le cytoplasme : ce serait une forme beaucoup moins différenciée que le réseau chromidial des Cyanophycées.

Les conclusions de l'auteur sont appuyées par des dessins et des prépa-

rations d'une grande netteté. La contribution qu'elles apportent à la solution d'une question depuis si longtemps controversée justifie la proposition de votre Commission tendant à accorder à M. **Guilliermond** l'un des prix Montagne de 500^{fr}.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Les recherches sur les Araliacées exposées dans les cinq Mémoires déposés à l'Académie par M. **René Viguier** constituent un ensemble très remarquable qui peut être considéré à plusieurs titres comme un modèle des travaux de Botanique descriptive.

La structure des organes chez les diverses espèces d'Araliacées, presque toutes exotiques, n'avaient donné lieu à aucune investigation, sauf pour quelques espèces et à des points de vue très particuliers.

D'autre part, la classification de cette famille, basée sur les seuls caractères extérieurs, donnait lieu à des divergences profondes entre les quelques auteurs qui s'en étaient occupés.

M. René Viguier, après avoir étudié avec le plus grand soin l'anatomie comparée de la plupart des espèces d'Araliacées, en tenant compte des caractères de morphologie florale dont beaucoup ont été complétés ou trouvés par lui, a cherché à établir sur des bases solides une classification rationnelle des plantes de cette famille.

Au cours de ce travail, l'auteur a décrit plus de trente espèces nouvelles de premier ordre; il a été amené à définir huit genres nouveaux dont deux ne renferment que des espèces nouvelles.

D'ailleurs, la revision minutieuse des données qu'offrent les organes floraux et les caractères inédits fournis par la structure des organes végétatifs ont amené M. René Viguier à établir de nombreuses modifications dans la constitution des genres; ces recherches lui ont fourni des arguments décisifs, soit pour réunir en un même groupe des espèces qui avaient été classées un peu rapidement dans des genres éloignés les uns des autres, soit, au contraire, pour décomposer certains groupements artificiels en établissant des genres plus nettement délimités.

Les résultats de ses travaux ont aussi montré à l'auteur que certains genres ou certaines espèces avaient été rangés à tort dans les Araliacées et doivent en être distraits. Tel est, par exemple, le genre *Aralidium* qui est une Cornacée ou encore l'espèce *Schefflera indivisa* qui doit être rangée dans les Aquifoliacées.

L'examen de la distribution géographique des Araliacées renferme des aperçus tout à fait nouveaux sur la répartition des genres et des espèces à la surface du globe, et touche par ses conclusions à des questions d'ordre général en Paléogéographie. Il suffit de citer, parmi ces conclusions, celles relatives à l'hypothèse d'un continent australo-indo-malgache, à l'époque secondaire. Certains genres d'Araliacées n'ont de représentants actuels, que sur des points assez éloignés les uns des autres, situés à Madagascar, dans la presqu'île de l'Indoustan et en Australie. Le fait est tellement frappant qu'il a servi d'argument aux géologues pour appuyer leur manière de voir fondée sur des considérations purement géologiques. Les résultats obtenus par M. Viguier, dans cette partie de son travail, sont cités dans les Ouvrages récents de Géologie, par exemple le Mémoire de M. Lemoine sur la géologie de Madagascar. Ces faits sont à rapprocher de constatations analogues faites en Zoologie sur le même sujet.

En somme, les recherches de l'auteur, poursuivies avec suite pendant de nombreuses années, ont eu pour résultat de faire connaître l'anatomie systématique des Araliacées, de donner la description complète de nombreuses espèces nouvelles, de remanier d'une façon profonde ou, peut-on dire, d'établir sur de nouvelles bases la classification de cette vaste famille et, enfin, de fournir sur la distribution géographique de ces plantes des données nouvelles applicables à plusieurs problèmes intéressant l'Histoire du Globe.

Telles sont les raisons pour lesquelles la Commission accorde le prix de Coincy à M. **René Viguier**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin; Mangin, rapporteur.)

Les recherches de M. **Paul Bergon** sur la structure et le développement des Diatomées ont paru dignes de mériter vos suffrages.

Le mécanisme de la division et du rajeunissement des Diatomées est aujourd'hui bien connu; cependant l'histoire de ces Algues est encore incomplète. Bien que Rabenhorst, en 1853, ait décrit la formation de spores mobiles chez le *Melosira varians*, cette observation est restée dans l'oubli; c'est à peine si, par des observations isolées, faites sur des matériaux fixés, l'existence d'endocytes, de spores ou de nombreux noyaux a été signalée par divers auteurs chez un certain nombre de Diatomées (Murray, Gran, etc.).

M. Bergon est le premier qui ait observé et suivi toutes les phases de la sporulation chez les espèces vivantes à la station d'Arcachon. Cette station présente, pour l'étude du plancton, des avantages particuliers, notamment celui de supprimer les traumatismes si préjudiciables aux organismes qu'on veut observer à l'état vivant. Chez le *Bidulphia mobiliensis*, la sporulation est précédée de la formation dans chaque cellule mère de deux sporanges, développés après la première division du noyau; le nombre des spores formées ne dépasse pas 32 dans chaque sporange, c'est entre la phase à 16 et à 32 cellules que la mobilité des spores se manifeste. Au moment où les spores vont être mises en liberté, elles paraissent munies de deux flagellums à extrémité renflée.

M. Bergon a observé des faits analogues chez un *Chætoceros*, chez le *Ditylium Brightwellii*, le *Rhizosolenia styliformis*.

Il n'a pas été possible de suivre l'évolution de ces spores hors de la cellule qui leur a donné naissance. Que deviennent-elles? Germent-elles directement pour donner ces amas de minuscules frustules signalées déjà par Castiacane et Smith? L'auteur a dû ajourner, faute de matériaux, la suite de ses observations, mais le processus de la formation des spores mobiles est présenté avec une telle netteté et accompagné de dessins si probants qu'il ne laisse place à aucun doute. A ces observations longues et délicates, qui exigent sans cesse le contrôle, sur le vivant, des données fournies par les matériaux fixés, M. Bergon ajoute d'intéressantes indications, toutes nouvelles, sur la biologie d'un certain nombre d'espèces de la flore diatomique du bassin d'Arcachon.

Cet ensemble de travaux, aussi ingénieux que patients, qui orientent dans une voie nouvelle et féconde l'étude des Diatomées, justifie la proposition de votre Commission, d'attribuer le prix Thore à M. **Paul Bergon**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte ; Bouvier, rapporteur.)

Grâce à sa situation géographique particulière, l'Égypte présente une faune des plus variées ; elle est surtout riche en Insectes curieux sur lesquels s'est exercée, depuis Savigny, l'activité féconde de nombreux zoologistes. Loin d'être tarie, cette source de richesses scientifiques semble de nos jours plus abondante que jamais, parce qu'elle bénéficie des progrès modernes qui ont rendu abordables, dans ce pays, beaucoup de régions autrefois inexplorées. C'est pour faciliter l'exploitation de cette source et pour en faire rapidement bénéficier la Science que M. le Dr Walter Innes Bey a fondé, en 1907, la Société entomologique d'Égypte, à laquelle se sont affiliés de suite quantité de savants égyptiens ou étrangers.

Le premier fascicule des Mémoires de cette Société vient de paraître ; très soigné et de fort belle allure, il mérite de prendre une bonne place parmi les recueils scientifiques; mais ce qui nous le rend surtout estimable, c'est la qualité du travail auquel il est totalement consacré. Ce travail a pour objet la *Revision des Chrysidides de l'Égypte ;* il est signé par un des meilleurs entomologistes français, M. **Robert du Buysson**, qui, dans cette circonstance et peut-être par un amour-propre national fort louable, a donné au jeune recueil la fleur la plus délicate de son joli talent.

Comme tous les membres de sa famille, M. Robert du Buysson a cultivé dès le jeune âge les sciences biologiques, apportant à leurs diverses branches, Botanique et Zoologie, des contributions pleines d'intérêt. Mais il affectionne surtout les Insectes hyménoptères, et, dans ce groupe, il a consacré une partie de son effort à la famille des Chrysidides, la plus brillante peut-être du règne animal et, à coup sûr, l'une des plus curieuses par ses habitudes. Les Chrysidides raffolent de lumière, et de chaleur, et reflètent dans leurs teintes métalliques éblouissantes les rayons ardents du soleil.

Étant donnés ces goûts et cet éclat, on comprend qu'ils doivent rechercher surtout les zones chaudes des régions tropicales. Ces joyaux animés sont en outre caractéristiques par leurs mœurs; les uns dépourvus de glandes à venin déposent leurs œufs dans les nids des Hyménoptères fouisseurs ou des Mellifères; les autres, pourvus d'une armature vulnérante, pondent sur les larves de Tenthrédines comme les Ichneumons sur les chenilles; dans tous les cas, c'est la perte sûre des larves de l'hôte, qui sont peu à peu consommées par les larves des Chrysidides.

M. Robert du Buysson a consacré de nombreux travaux aux Chrysidides, entre autres sa grande *Monographie des Chrysidides d'Europe et pays voisins*, publiée de 1891 à 1896 dans le *Species des Hyménoptères européens*. Dans la *Revision des Chrysidides d'Égypte*, il exprime la quintessence de ces travaux sous la forme d'une Introduction aussi intéressante que concise, puis il passe en revue tous les Chrysidides jusqu'ici capturés dans la région, donnant pour chacun d'eux une description complète, une étude historique et, autant qu'il était possible, des renseignements sur la distribution et sur les mœurs. L'Ouvrage est, en outre, accompagné de clefs dichotomiques fort claires; il est illustré de jolies planches en couleur, de sorte qu'il servira de guide sûr aux zoologistes et provoquera sûrement des recherches nouvelles. Car l'Égypte offre à ces amis de la chaleur et du soleil un asile de choix, où d'ailleurs ils peuvent aisément échapper aux recherches en raison de leur allure, qui est des plus vives.

L'ensemble des Chrysidides connus en Égypte est de 98 espèces appartenant à 12 genres. « Ce chiffre est certainement élevé, observe M. du Buysson, mais je ne crains pas de répéter qu'il est loin d'être un maximum. En effet, si nous comparons la faune de l'Égypte avec celle de l'Algérie, nous trouvons que la colonie française nourrit environ 60 espèces de plus. On peut supposer, sans crainte de se tromper beaucoup, que sur ces 60 espèces ... la moitié doit se retrouver dans le bassin inférieur du Nil; et j'ajouterai même qu'on y rencontrera également des représentants de la faune équatoriale. »

Le travail précédent est une contribution importante à la connaissance de la faune des Invertébrés égyptiens; et pour cette raison, comme aussi pour encourager un de nos plus laborieux zoologistes, nous vous proposons d'attribuer à M. **Robert du Buysson** le prix Savigny.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Bouvier, Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte; Henneguy, rapporteur).

Malgré les nombreux travaux publiés depuis quelques années sur la spermatogenèse, certains points de l'évolution des cellules reproductrices mâles restent encore à étudier. MM. **J. Pantel** et **R. de Sinéty** ont essayé de combler ces lacunes en prenant comme objet de recherche un animal remarquable par la grandeur de ses éléments anatomiques et la lenteur des processus cytologiques, le *Notonecta glauca*. Après avoir montré, comme MM. Bugnion et Popoff l'avaient déjà établi pour différents Métazoaires, que le nombre des spermatozoïdes, contenus dans un faisceau spermatique, est typique et fixe, correspondant à huit générations successives d'une seule cellule mère, les auteurs ont pu préciser le parallélisme entre les deux lignées des cellules sexuelles chez le mâle et chez la femelle. Ils se sont attachés spécialement à étudier les transformations de la spermatide en spermatozoïde, analysant avec détails le développement de l'armature procéphalique, de la tête, du cou et de la queue, aux dépens du noyau, du centriole et du cytoplasma. Ils ont pu ainsi retrouver chez le *Notonecta* certaines dispositions structurales signalées seulement dans des types très éloignés d'Arthropodes.

Ces observations délicates, exposées avec clarté et accompagnées de figures très démonstratives, nous apportent une contribution nouvelle à la connaissance de la structure compliquée de l'élément reproducteur mâle.

En conséquence, la Commission, à l'unanimité, est d'avis de décerner le prix da Gama Machado à MM. **J. Pantel** et **R. de Sinéty**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

Bien qu'ingénieur des Arts et Manufactures et directeur d'une importante maison industrielle, M. **Charles Janet** a su prendre un rang des plus hono-

rables parmi les zoologistes de notre pays, grâce à sa vive passion pour les sciences naturelles, à ses qualités d'observateur et à une rare puissance de travail. Il a publié ses premières recherches scientifiques en 1882, mais c'est surtout à partir de 1890 qu'il s'est affirmé zoologiste et depuis lors il n'a cessé d'enrichir sa science favorite par une heureuse et surprenante fécondité. M. Charles Janet a jeté son dévolu sur les Hyménoptères supérieurs et particulièrement sur les Fourmis, auxquelles il se consacre de préférence depuis 1893 ; en 1896 vous avez encouragé ses premières recherches en lui accordant le prix Thore, mais il s'agit maintenant de couronner comme il convient une œuvre de longue haleine, qui a pris un développement considérable et qui s'étend aux mœurs aussi bien qu'à la structure des Fourmis. A ce point de vue, M. Janet fait songer aux Forel, aux Emery et aux Wasmann; les zoologistes le placent franchement à côté de ces émules et, en vous le proposant pour le prix Cuvier, votre Commission ne fait certainement pas autre chose que de ratifier ce choix.

Les recherches de M. Janet sur les mœurs des Fourmis sont fines et originales. Pour les effectuer, M. Janet a construit un appareil d'observation et d'élevage qui passe à bon droit pour le modèle du genre et que tous les myrmécologistes ont adopté. Une de ces fourmilières artificielles fut très admirée à l'Exposition de 1900, où elle donnait asile à une colonie des plus actives. Parmi les nombreuses observations faites par M. Janet au moyen de cet appareil, les plus intéressantes sont relatives aux rapports des Fourmis avec leurs nombreux hôtes, surtout avec les Acariens et certains Lépiscures. L'un de ces derniers, le *Lepisma polymorpha*, est assez habile pour happer au passage les gouttelettes de liquide nutritif que les Fourmis se dégorgent bouche à bouche, ou dégorgent à leurs larves; dans cet acte, il est merveilleusement servi par son sens tactile et son odorat, car tout se passe dans l'obscurité des fourmilières, et d'ailleurs le Lépisme est aveugle. Ces expériences et beaucoup d'autres sont condensées dans un travail important qui a pour titre : *Rapports des animaux myrmécophiles avec les Fourmis*. Les nids artificiels semblent parfaitement convenir aux Fourmis; M. Janet a pu y suivre une reine de *Lasius emarginatus* jusqu'à l'âge de 10 ans, période durant laquelle l'insecte donna uniquement des ouvrières, sans un seul mâle, ce qui suppose une ample réserve de spermatozoïdes.

L'étude anatomique et embryologique des Fourmis constitue la partie la plus vaste et la plus laborieuse des recherches de M. Janet. Elle embrasse l'organisation entière des Fourmis et fait connaître nombre d'organes jus-

qu'alors inconnus dans ces animaux : l'appareil stridulant des *Myrmica*, l'appareil glandulaire annexe de l'organe nettoyeur tibio-tarsien, l'appareil de fermeture des glandes à venin, la glande à réservoir d'évaporation du segment médiaire, l'organe frontal propulseur du sang, etc. Étant donné le rôle très important des antennes dans les manifestations psychiques des Fourmis, M. Janet a donné de ces appendices une description anatomique et histologique des plus approfondies, qui doit passer pour un modèle.

L'un des points les plus curieux de l'histoire anatomique des Fourmis a été récemment élucidé par M. Janet; il a trait aux modifications que subissent les muscles vibrateurs des reines des Fourmis lorsque celles-ci ont arraché leurs ailes. Devenus inutiles après avoir fonctionné quelques heures seulement, ces muscles disparaissent, non point par phagocytose, mais par une digestion lente due à l'action des diastases du sang. Le liquide cavitaire enrichi de la sorte est utilisé de diverses façons, mais surtout par les initiales d'adipocytes qui se développent à l'extérieur des faisceaux musculaires et, sous le sarcolemme permanent, forment des colonnettes d'adipocytes qui serviront de réserve. Ainsi se retrouvent, chez les reines des Fourmis, des phénomènes qui paraissaient caractéristiques de la nymphose.

Les travaux anatomiques et embryologiques consacrés aux Fourmis par M. Janet sont fort nombreux; je me bornerai à signaler quelques-uns des plus importants : l'*Anatomie du gaster de la Myrmica rubra*, l'*Anatomie de la tête du Lasius niger*, les *Observations sur les Fourmis* (à la fois biologiques et anatomiques), l'*Anatomie du corselet et histolyse des muscles vibrateurs de la Fourmi*.

Ces travaux et quantité d'autres forment un volumineux ensemble; ils représentent une œuvre zoologique du plus grand mérite.

Le prix Cuvier fut établi pour récompenser des œuvres de cette envergure; c'est un de nos prix les plus honorables et nul n'en est plus digne que le savant historiographe des Fourmis.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy.)

I. — Prix.

La Commission décerne les prix à MM. **Neumann**, **Ch. Nicolle**, **Bergonié** et **Tribondeau**.

Rapport sur les travaux de M. Neumann, par M. **Laveran**.

On doit à M. Neumann, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, une série de travaux remarquables sur les Ixodidés. L'étude de ce groupe d'Acariens avait été très négligée quand M. Neumann entreprit ses recherches qui ont abouti à la revision complète de la famille des Ixodidés. Les résultats de ces recherches ont été exposés dans quatre Mémoires fondamentaux qui ont été publiés de 1896 à 1901 dans les *Mémoires de la Société zoologique de France* et dans de nombreux articles insérés dans différents recueils scientifiques.

M. Neumann a décrit environ 210 bonnes espèces d'Ixodidés dont 165 nouvelles; il est devenu le spécialiste le plus qualifié pour la détermination de ces Acariens et les savants du monde entier ont recours à ses lumières.

Les travaux de M. Neumann ne sont pas seulement d'une grande importance au point de vue de l'Histoire naturelle, ils intéressent à un haut degré les médecins et les vétérinaires, car il est aujourd'hui démontré que les Ixodidés sont les agents de transmission de bon nombre de maladies.

Smith et Kilborne, les premiers, ont montré que la fièvre du Texas ou piroplasmose bovine était propagée par des Ixodes; la même constatation a été faite pour les piroplasmoses ovine, canine et équine et pour la fièvre de Rhodesia des Bovidés.

Dans ces dernières années, il a été démontré que la fièvre récurrente d'Afrique, qui est due à des spirilles très voisins du *Sp. Obermeieri*, était propagée également par des Ixodes.

Dès aujourd'hui on peut dire que le rôle des Ixodidés en pathologie est des plus importants et il est incontestable que les travaux de M. **Neumann** sur la systématique de ces Acariens ont beaucoup facilité la tâche des observateurs qui ont mis ce rôle en lumière.

Rapport sur les travaux de M. Ch. Nicolle, par M. **Laveran.**

Les travaux de M. **Ch. Nicolle** sur le kala-azar infantile de Tunisie présentent un grand intérêt.

Le premier cas de kala-azar tunisien a été publié, en 1904, par M. le Dr Cathoire et par moi; depuis lors, M. Ch. Nicolle et ses collaborateurs ont réuni dix observations nouvelles de cette maladie. Tous ces cas ont été observés chez de jeunes enfants, tandis que le kala-azar indien, dont l'agent a été découvert par Leishman et Donovan, s'attaque aux adultes aussi bien qu'aux enfants. M. Ch. Nicolle se base sur cette différence dans l'âge des malades pour admettre que le kala-azar tunisien est d'une autre espèce que le kala-azar indien.

M. Ch. Nicolle a démontré le premier que le kala-azar tunisien était inoculable au chien et aux singes macaques et qu'il se rencontrait à l'état d'infection naturelle chez les chiens de Tunis. La maladie est vraisemblablement transmise des chiens aux enfants, peut-être par l'intermédiaire des puces. Ces notions nouvelles sont d'un grand intérêt au point de vue prophylactique; elles ont permis en outre d'entreprendre l'étude expérimentale du kala-azar. Ajoutons enfin que M. **Ch. Nicolle** a perfectionné le procédé de culture des *Leishmania* découvert par Rogers.

Note résumant les travaux de MM. Bergonié *et* Tribondeau
sur « l'action des rayons X et la fulguration ».
*Rapport de M. d'***Arsonval.**

Sur 39 publications présentées à l'examen du Jury par MM. **Bergonié** et **Tribondeau**, 37 sont relatives aux rayons X, deux à la fulguration.

Parmi les premières, un petit nombre ont trait à la technique radiologique; elles décrivent un nouveau dispositif pour mettre le médecin électricien à l'abri des rayons nocifs, un procédé original de mesure des radiations par la différence de potentiel des deux électrodes à vide, une méthode rationnelle de röntgenisation du cancer.

Les autres, d'une portée générale beaucoup plus grande, traitent de l'ac-

tion des rayons de Röntgen sur les tissus vivants. Les auteurs ont réalisé, dans le courant de ces quatre dernières années, un nombre considérable d'expériences sur les animaux et pratiqué une foule d'examens macroscopiques et microscopiques.

Il est possible de synthétiser les faits épars dans leur œuvre si l'on veut bien considérer l'action des rayons X comme se résumant en une destruction élective des tissus animaux. Alors qu'on n'avait guère fait qu'utiliser empiriquement cette propriété merveilleuse des radiations dans le traitement des tumeurs malignes, les auteurs se sont posé le triple problème de savoir quelles sont les règles qui régissent cette électivité de la destruction röntgenienne, de fixer le processus de la dégénérescence des éléments atteints électivement et de déterminer comment la force destructive arrive jusqu'à ces éléments. Ils semblent avoir pleinement réussi dans leur entreprise. Les règles de l'électivité de la destruction par les rayons X ont été condensées par MM. Bergonié et Tribondeau dans une loi, dite loi de *corrélation entre la fragilité röntgenienne des cellules et leur activité reproductrice*. « Les rayons X, disent-ils, agissent avec d'autant plus d'intensité sur les cellules : 1° que l'activité reproductive de ces cellules est plus grande; 2° que leur devenir karyokinétique est plus long (c'est-à-dire que plus durable, moins interrompu, est ce mouvement du noyau qui le fait progressivement se transformer et se diviser); 3° que leur morphologie et leurs fonctions sont moins définitivement fixées.

Les premières bases de cette loi ont été fournies par l'étude de l'irradiation de ce véritable néoplasme physiologique qu'est le testicule. On y voit en effet les éléments à morphologie bien établie, éléments spécialisés dans des fonctions autres que la reproductibilité : tels les fibres et cellules conjonctives, les cellules interstitielles, les fibres musculaires, les cellules graisseuses, les globules rouges, les nerfs, les parois vasculaires, résister aux rayons X. Au contraire, l'épithélium des tubes séminipares est très éprouvé et, fait des plus étranges et des plus instructifs, les radiations établissent une sélection entre les cellules composant cet épithélium; elles cueillent, pour ainsi dire, les spermatogonies, les spermatocytes, cellules où l'intensité et la continuité du mouvement karyokinétique sont si manifestement indiquées par la morphologie variable du noyau et les nombreuses figures de karyokinèse ; elles négligent, à côté d'elles, les éléments de Sertoli, éléments de nutrition, non spécialisés en vue de la reproductibilité.

L'irradiation du liquide spermatique, même à doses énormes, a laissé vivants et mobiles les spermatozoïdes : or ces éléments sont incapables de

se multiplier, leur morphologie est définitive, ils sont destinés à fournir à l'ovule un apport de nature problématique.

Dans l'ovaire : les ovules, cellules reproductrices par excellence, les cellules de la couche granuleuse qui se multiplient activement, sont aisément tuées; le stroma, les cellules conjonctives, musculaires, interstitielles, etc., sont résistants.

Les muscles, le cerveau, la rétine, les nerfs, les hématies, tous tissus ou cellules à fonctions spéciales, ne se reproduisant presque pas ou pas du tout, sont rebelles à l'action de doses considérables de rayons X.

A côté de cet ensemble déjà imposant de faits, il convient de signaler les résultats obtenus par l'irradiation comparée de certains tissus chez l'adulte et chez le nouveau-né, tissus réfractaires chez le premier, plus ou moins sensibles chez le deuxième parce qu'ils sont, chez lui, le siège d'une poussée multiplicatrice et édificatrice. Le meilleur exemple en est donné par l'épithélium cristallinien inaccessible à l'influence des rayons chez l'adulte et dont l'altération, réalisée chez le chat nouveau-né avec une exposition minime, se manifeste par une cataracte certaine. Le foie, si réfractaire aux radiations chez l'adulte, peut être atteint dans sa vitalité avec des doses assez fortes chez le nouveau-né. Il n'est pas jusqu'aux tissus squelettaux qui ne soient influençables chez l'animal très jeune. Du côté irradié, la face d'un chat nouveau-né présente des paupières affaissées, une fente palpébrale atrésiée, des os plus minces, des cavités osseuses moins grandes, un globe oculaire plus petit : bref le tissu conjonctif et le tissu osseux ont éprouvé un retard très marqué dans leur évolution. Un phénomène analogue s'observe dans les os longs des jeunes animaux et démontre l'action exercée sur le cartilage, bien que ce tissu soit réfractaire chez l'adulte.

Dans le domaine de la pathologie, les néoplasmes à développement rapide : sarcomes, carcinomes, sont fortement altérés par la röntgenisation, alors qu'elle n'a pas prise sur les tumeurs torpides. Les néoplasies inflammatoires montrent aussi, comme les auteurs l'ont signalé les premiers pour les adénopathies tuberculeuses, une fragilité très grande en présence des rayons X, qui les rend justiciables de la radiothérapie.

Étudiant le processus de la dégénérescence des éléments tués électivement par les rayons X, Bergonié et Tribondeau observent toujours une période de latence des lésions, tant macroscopiques que microscopiques. Les premiers symptômes d'altération se manifestent du côté du noyau; puis les cellules s'effritent, se liquéfient, sont résorbées. Même pour le testicule, où il semblerait que les déchets doivent être expulsés par les canaux

excréteurs, la résorption se fait sur place, grâce aux cellules de Sertoli. Dans l'ovaire, l'ovule est phagocyté par les cellules de la granuleuse survivantes.

Enfin, certaines expériences montrent que la force destructive des rayons s'exerce directement sur les cellules, et non par l'intermédiaire des vaisseaux ou des nerfs. C'est ainsi qu'une faible irradiation du testicule amène la dégénérescence d'un plus ou moins grand nombre de tubes séminipares, tandis qu'une exposition prolongée des éléments du cordon n'a aucune conséquence fâcheuse pour la glande.

En dehors de ces données fondamentales et d'une importance générale, MM. Bergonié et Tribondeau ont tiré des conclusions intéressantes de l'irradiation de tel ou tel organe déterminé, au point de vue de cet organe même. Nous ne citerons que les plus importantes.

Les altérations testiculaires, obtenues avec des doses faibles de rayons, expliquent l'aspermatogenèse passagère des radiothérapeutes, soumis à des atteintes faibles mais répétées, et justifient l'application de moyens de protection appropriés.

Avec des doses fortes, on peut réaliser l'aspermatogenèse complète et définitive, et cela en une seule séance et sans léser la peau traversée. La possibilité d'une telle application à l'homme constituerait un danger social.

Dans les testicules ainsi définitivement stérilisés, les cellules de Sertoli survivent, mais sont impuissantes à régénérer l'épithélium séminal et ne présentent jamais de karyokinèses : preuves manifestes de leur rôle purement nutritif (la spermatogonie étant l'élément souche de la lignée séminale et de leur multiplication par amitose), faits encore contestés jusqu'à ce jour.

Dans l'ovaire, les auteurs ont élucidé la question de la dégénérescence des ovules, dont ils ont poursuivi toutes les phases, depuis la pycnose du noyau jusqu'au moment où il ne persiste plus qu'un vestige de la pellucide. Ils ont aussi montré que les filaments radiés de la zone pellucide dépendent d'une substance interstitielle, au lieu d'être, comme on l'admet généralement, des prolongements des cellules coronales, car ils les ont vus persister après disparition de ces cellules.

Les résultats obtenus par eux sur le squelette ont attiré l'attention sur les dangers de l'irradiation des os chez les très jeunes enfants.

Les expériences sur l'œil ont fait connaître la possibilité d'une cataracte röntgénienne chez le nouveau-né; mais, contrairement aux idées alors in-

discutées de Boisch-Hirschfeld, elles ont montré que très tôt l'irradiation du globe n'exposait plus à des complications du côté du cristallin et que, d'autre part, la rétine et le nerf optique n'étaient jamais atteints. Donc le radiothérapeute ne doit pas craindre d'exposer l'œil, à condition toutefois d'épargner la cornée.

Bergonié et Tribondeau ont encore signalé, dans les yeux des animaux rendus microphtalmes, des modifications analogues aux rosettes de Winter-Steiner et ont, par suite, démontré que ces formations ne sont pas spéciales au gliome.

Au moment où les auteurs ont envoyé leurs travaux, leurs recherches sur les effets de la fulguration étaient en cours de réalisation, mais les expériences pratiquées sur le testicule et le foie permettaient déjà de juger cette méthode nouvelle et de voir combien ses résultats étaient différents de ceux de l'irradiation.

En effet, la destruction par l'étincelle de haute tension ne peut être considérée comme élective. Dans la plus grande partie du territoire fulguré, tout est tué : on observe seulement que les éléments conjonctifs sont épargnés sur ses confins, alors que les éléments épithéliaux sont partout détruits. Les cellules épithéliales sont frappées uniformément sans distinction de variété morphologique ou d'activité fonctionnelle. La destruction ne s'exerce qu'à une très grande profondeur; ses limites sont bien tranchées. Elle diffère enfin de celle obtenue avec les rayons X par l'existence de phénomènes vaso-moteurs et nécrotiques immédiats, et par l'infiltration leucocytaire ultérieure des parties atteintes.

II. — Mentions.

La Commission attribue les mentions à MM. **Moussu**, **H. Truc** et **P. Chavernac**, **Ch. Porcher** et **Ch. Hervieux**.

Rapport sur les travaux de M. Moussu *Sur la tuberculose bovine,* par M. **Chauveau**.

Ces travaux portent :

1° Sur l'évolution des mammites tuberculeuses chez les laitières de l'espèce bovine;

2° Sur le bilan de la vaccination antituberculeuse, 1906;

3° Sur des essais de vaccination antituberculeuse par cultures *in vitro;*

4° Sur des essais de vaccination antituberculeuse par bacilles chlorés.

De ces quatre sujets, il faut surtout retenir le premier, c'est-à-dire l'évolution des *mammites tuberculeuses* chez les sujets de l'espèce bovine.

Ces mammites sont à peu près exclusivement d'origine *interne*, c'est-à-dire *secondaires*. La tuberculisation s'effectue d'abord par le ganglion mammaire et seulement beaucoup plus tard par le tissu mammaire lui-même.

Les formes cliniques de ces mammites présentent quatre degrés, suivant que les ganglions mammaires sont seuls envahis, ce qui arrive le plus souvent, ou que les ganglions et le tissu mammaire sont atteints.

a. Dans le cas le plus simple, on ne découvre, au sein du tissu ganglionnaire, que de petits tubercules, parfois un seul, qui ont tout juste la grosseur d'une tête d'épingle ou d'un grain de millet.

b. Au deuxième degré, la tuberculisation du ganglion mammaire peut être beaucoup plus grande, sans qu'il y ait cependant de conglomérat, et sans que, malgré les recherches les plus minutieuses, le tissu mammaire paraisse atteint.

c. Au troisième degré, la conglomération tuberculeuse est très nette; le ganglion est induré, hypertrophié et son état de maladie peut être découvert cliniquement, alors que le tissu mammaire est encore sain en apparence ou ne présente que des lésions visibles au microscope.

d. Enfin au quatrième degré, il y a à la fois tuberculose du ganglion et tuberculose discrète, confluente ou massive du tissu musculaire.

Ce mode d'évolution des mammites tuberculeuses explique pourquoi des vaches laitières peuvent, pendant longtemps, fournir un lait d'apparence normale, alors que la présence des bacilles le rend déjà dangereux.

Ces faits ont été bien étudiés par M. **Moussu**, et son travail mérite de prendre place dans la liste où l'on choisira les travaux qui feront l'objet de récompenses.

Rapport de M. **Guyon.**

M. **H. Truc**, professeur de Clinique ophtalmologique à la Faculté de Médecine de Montpellier, inspecteur oculiste des écoles de cette ville, et M. **P. Chavernac**, ancien chef de Clinique ophtamologique, inspecteur oculiste des écoles de Marseille, ont soumis à la Commission un Ouvrage intitulé : *Hygiène oculaire et inspection oculistique des écoles*. L'importance médicale et sociale de ce sujet devait fixer son attention.

On sait que l'état de la vision chez l'homme adulte dépend des condi-

tions dans lesquelles l'œil a exercé ses fonctions pendant l'enfance, que les maladies dont il peut être atteint sont souvent évitables et que leurs suites sont influencées par le moment où se fait le traitement ainsi que par sa bonne direction. Il convient donc de déterminer les précautions dont il est nécessaire d'entourer l'organe de la vision et de réglementer la surveillance dont il doit être l'objet. C'est à cette tâche que se sont voués les auteurs que votre Commission propose à l'Académie de récompenser en leur attribuant une des mentions des prix Montyon de Médecine et de Chirurgie.

Le professeur **Truc** a été un initiateur dans l'hygiène oculaire; on lui doit la première installation satisfaisante de l'inspection oculistique des écoles. La seconde édition du Livre qu'il a publié, avec la collaboration du D[r] Chavernac, rassemble et présente, dans un ordre défini, tous les renseignements nécessaires à la bonne organisation et au fonctionnement pratique de l'hygiène oculaire et de l'inspection oculistique des écoles.

Rapport de M. **A. Dastre.**

La Commission accorde une mention honorable (de 1500[fr]) à MM. **Ch. Porcher** et **Hervieux**, pour leurs recherches sur l'indol, le scatol et leurs dérivés. Ces recherches d'ordre chimique et physiologique offrent un intérêt pour la pathologie humaine et la médecine comparée. L'origine de ces substances est, en effet, dans la décomposition des matières protéiques opérée par les microbes de l'intestin. C'est du moins la seule origine que leur attribuent MM. Porcher et Hervieux, et elles sont, pour ces savants, les témoins des putréfactions intestinales et des intoxications qui en résultent. Elles sont, disons-nous, les témoins significatifs de ces intoxications; mais elles n'en sont point les agents. MM. Porcher et Hervieux montrent, en effet, en opérant sur diverses espèces animales, chien, chèvre, poule, que ces composés de l'indol et du scatol sont très peu toxiques par eux-mêmes. L'indol et son principal dérivé, l'indican urinaire, n'en sont pas moins utiles à connaître, puisqu'ils révèlent la production excessive des substances toxiques qui les accompagnent.

MM. Porcher et Hervieux se servent pour caractériser l'indol de la réaction de l'eau oxygénée qui transforme cette substance en indoxyle, puis en indigo. Ils montrent que c'est le foie qui, au moins chez certains animaux (grenouille), joue le rôle principal dans la formation des composés indoxyliques. Ils suivent ces dérivés dans les urines qui les éliminent de l'organisme à l'état de substances susceptibles de colorations caractéristiques

(chromogènes) telles que l'indican déjà bien connu et le chromogène indigurique. Une des acquisitions principales dues à MM. Porcher et Hervieux est la connaissance de ce chromogène indigurique. C'est un glucoside formé par l'union de l'indoxyle avec l'acide glycuronique. La production spontanée de l'indigo dans certaines urines, après leur émission, est due à la décomposition, sous l'influence des microbes, de ce glucoside. MM. Porcher et Hervieux provoquent l'apparition de l'indigo urinaire en faisant prendre au chien, à la chèvre et au lapin de fortes doses d'indol, d'indoxyle ou d'acide indoxylique.

Les auteurs de ce travail, avons-nous dit, n'admettent d'autre origine, pour l'indol et ses dérivés, que l'origine parasitaire des putréfactions microbiennes. Ils écartent d'une manière peut-être trop absolue les arguments qui plaident en faveur d'une production en quelque sorte physiologique de l'indol par la désintégration des matières albuminoïdes des cellules au cours de leur fonctionnement normal, tels que la présence de l'indol dans l'intestin au cours du jeûne et la présence de l'indican dans les urines dans certaines suppurations.

Enfin, ces savants ont enrichi nos connaissances de quelques faits nouveaux relatifs au scatol, à l'acide indolcarbonique et à des composés voisins.

III. — Citation.

Une citation est accordée à MM. **Henri Claude** et **Jean Camus**, pour leur Ouvrage intitulé : *Précis de Pathologie générale*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Roux, Labbé; Henneguy, Dastre, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre :

M. **L. Launoy**, pour une série de travaux intitulés : *Phénomènes nucléaires de la sécrétion; Histophysiologie de la sécrétion pancréatique; Autolyse des organes et les ferments endocellulaires; Autolyse aseptique du foie;*

M. **J. Lesage**, professeur de Physiologie à l'*Instituto superior de Agronomia y Yeterina*, à Buenos-Ayres, pour son Mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur le Maté*.

Rapport de M. **Henneguy**.

Depuis plusieurs années, M. **Launoy** a entrepris une série de recherches ayant pour but de déterminer d'une façon précise, d'une part, les conditions d'activité des cellules glandulaires, d'autre part, la résistance des cellules aux conditions diverses qui influent sur leur activité et leur vitalité.

Étudiant comparativement les modifications que présentent les cellules des glandes à venin chez différents animaux, Reptiles, Batraciens, Arthropodes, aux diverses phases de leur évolution, et les cellules de l'estomac chez ces mêmes animaux, M. Launoy a constaté que, dans une cellule glandulaire en activité, le noyau devient plus volumineux qu'à l'état de repos et s'éloigne de la partie basilaire de la cellule; sa colorabilité change et il émet en même temps dans le cytoplasma des grains de chromatine qui deviennent des grains de vénogène ou de zymogène. A côté de ces grains provenant directement du noyau, il faudrait distinguer des vénogènes et des zymogènes ergastoplasmiques formés dans le cytoplasma aux dépens de substances nucléaires dissoutes. A cette phase d'élaboration nucléaire succède une phase d'élaboration cytoplasmique caractérisée par la disparition des grains et de l'ergastoplasma vénogènes et zymogènes, et la formation des produits des grains de venin et des grains de ferment. Généralement, ces deux phases sont superposées.

Cytologiquement, venins et enzymes sont donc des substances de même ordre, mais leurs propriétés physiologiques sont différentes. Les venins de Vipère, de Cobra, de Couleuvre, de Vive, de Scolopendre, de Scorpion, n'agissent pas sur l'amidon ni sur l'inuline, la saccharose et le glycogène. Ils n'exercent aucune action protéo-hydrolytique sur les substances albuminoïdes coagulées. Le venin de Cobra renferme une substance précipitant les ferments solubles; il n'exerce aucune action catalysante, positive ou négative, sur les ferments solubles, émulsine, amylase, pancréatine; mais il exerce une légère action inhibitrice sur la pepsine.

Tirant parti de ses recherches sur le fonctionnement des glandes à venin et des glandes gastriques, M. Launoy a pu démontrer, par des arguments d'ordre uniquement cytologique, que, contrairement à l'opinion des physiologistes, la pilocarpine n'est pas un véritable agent de sécrétion pour la cellule pancréatique. Il a vérifié cette proposition par la méthode physiologique et déterminé les conditions dans lesquelles, après injection de pilocarpine, on voit sécréter le pancréas. Ces conditions sont celles qui favorisent

l'expulsion, dans le duodénum, du suc gastrique sécrété sous l'influence de la pilocarpine. Les sécrétions profuses obtenues avec la pilocarpine sont des sucs de sécrétine possédant une activité peu prononcée, ou même une inactivité absolue, sur l'ovalbumine coagulée. L'action de la pilocarpine sur la cellule pancréatique se bornerait à l'excrétion du suc déjà élaboré, à une légère sécrétion venue de l'épithélium des canaux excréteurs, peut-être aussi à une faible activité de la cellule exocrine.

Le mode de désintégration des tissus séparés d'un organisme vivant, c'est-à-dire leur *autolyse*, selon le terme proposé par Jacoby, est encore mal connu. M. Launoy s'est attaché à déterminer les conditions de la désintégration cellulaire au cours de l'autolyse aseptique du foie dans une faible quantité de solution physiologique. Il a pu distinguer deux sortes de phénomènes : 1° le passage, dans la solution chlorurée sodique, de glucose, de sels, de pigments, de substances protéiques coagulables par la chaleur, passage qui n'a plus lieu si le foie a été chauffé à 65°; 2° les altérations cellulaires précoces apparaissant pendant les 20-24 premières heures, n'altérant pas sensiblement la structure type de la cellule hépatique, et caractérisées par la disparition du glycogène et des plasmosomes fuchsinophiles, le noyau restant absolument intact; et les altérations cellulaires tardives, portant sur le cytoplasma et le noyau, se traduisant par une désintégration totale de la structure du cytoplasma, la formation de corps myéliniques, la picnose, l'achromatose et la chromatolyse du noyau.

Si certaines des conclusions de M. Launoy, entre autres celle relative à la sortie du noyau de corps figurés qui prendraient part à la formation des produits de sécrétion, ne paraissent pas suffisamment démontrées, l'auteur a eu le mérite d'établir que les processus de sécrétion sont identiques dans les glandes à venin, les glandes gastriques et les autres glandes analogues. Il a également apporté des contributions nouvelles à la physiologie des venins. Enfin, il a abordé, dans ses recherches sur l'autolyse, une étude difficile et à peine ébauchée; les résultats auxquels il est déjà arrivé sont nouveaux et paraissent bien établis.

La Commission attribue à M. **Launoy** la moitié du prix Barbier.

Rapport de M. **Dastre**.

L'autre partie du prix Barbier a été décernée à M. **J. Lesage** pour ses recherches expérimentales sur le Maté (*Yerba Maté*).

M. J. Lesage a profité de la mission qui lui a été confiée d'organiser l'enseignement de la Physiologie à l'Institut agronomique et vétérinaire de Buenos-Ayres pour étudier l'une des substances dont les Sud-Américains font le plus fréquent usage et à propos de laquelle règnent beaucoup de préjugés. Il s'agit du maté. C'est une infusion qui se prépare avec les feuilles desséchées et légèrement torréfiées de l'*Ilex Paraguayensis*. Cette sorte de thé du Paraguay est la boisson nationale de la République Argentine, du Paraguay, du Chili, de l'Uruguay et de territoires étendus du Pérou, du Brésil et de la Bolivie : ces différents États consomment annuellement 100 millions de kilogrammes de feuilles. La vertu dominante de l'infusion de maté, aux yeux des gauchos et des cavaliers argentins, est de leur permettre de suffire sans trop de fatigue aux exercices les plus violents et les plus prolongés, et, par exemple, d'exécuter des randonnées dans la Pampa et de rester à cheval des journées entières sans prendre de nourriture. Une opinion médicale, très répandue, a cru traduire ces faits en rangeant le maté, ainsi que d'autres boissons du même genre, parmi les *aliments d'épargne*, c'est-à-dire des substances qui restreindraient la dépense de l'organisme tout en permettant le même travail. M. J. Lesage a fait justice de cette erreur. Le maté, pas plus que la kola, le café, etc., ne supprime l'inévitable dépense énergétique correspondant au travail : il supprime seulement les sensations déprimantes de la faim et de la fatigue; et, en augmentant l'excitabilité neuro-musculaire, il facilite le travail musculaire. C'est un excitant du système nerveux.

Cette conclusion résulte d'une longue et méthodique étude exécutée avec toutes les ressources de la technique actuelle. Les effets du maté introduit par les diverses voies d'absorption ont été passés en revue chez divers animaux, principalement chez le chien, le cheval et les bêtes bovines. L'auteur a examiné l'influence sur la digestion au moyen de digestions artificielles. Des cardiogrammes, sphygmogrammes, tracés de pression artérielle, montrent l'action du maté sur la pression du sang : les pneumogrammes traduisent les modifications respiratoires, les ergogrammes l'action sur le travail musculaire. Le maté n'est pas un aliment d'épargne. Tout porte à croire, au contraire, qu'il exagère l'intensité des combustions internes. — Ce travail, qui devait être fait, occupera utilement sa place dans les répertoires physiologiques et pharmacodynamiques.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Perrier, Labbé, Henneguy; Roux, Laveran, rapporteurs.)

Le prix Bréant, d'une valeur de 100000fr, destiné à récompenser celui qui aura trouvé le moyen de guérir le *Choléra asiatique*, n'est pas décerné.

L'Académie décerne, sur les arrérages de la fondation :

Un prix de 4000fr, à M. **W.-M. Haffkine**, pour ses *Travaux sur la vaccination du choléra et de la peste bubonique*.

Une mention de 1000fr, à M. **Louis Rénon**, pour son Ouvrage intitulé : *Le traitement pratique de la tuberculose pulmonaire*.

Rapport de M. **Roux**.

Depuis l'année 1892, M. **Haffkine** s'est consacré à l'étude de la préservation du choléra aux Indes.

Pour combattre cette maladie, il inocule sous la peau des cultures du vibrion cholérique convenablement préparées.

C'est le Dr J. Ferran qui essaya le premier de conférer à l'homme l'immunité contre le choléra en lui injectant des doses ménagées d'une culture en bouillon du bacille virgule. M. Haffkine se sert du même procédé, mais, au lieu d'utiliser les vibrions d'activité variable, directement isolées des déjections, il les amène à un degré de virulence fixe par passages à travers une série de cobayes. Ce virus lui sert alors à préparer les cultures vaccinales; celles-ci sont soumises à l'action de la chaleur ou des antiseptiques de façon à ne plus contenir que des cadavres microbiens, puis elles sont administrées à dose telle qu'elles ne déterminent qu'une réaction locale et un malaise passager. Deux injections successives sont pratiquées à quelques jours d'intervalle, l'une avec un vaccin plus faible, l'autre avec un vaccin plus fort.

On voit, par cet exposé, que M. Haffkine s'est inspiré des méthodes pastoriennes. Mais le choléra de l'homme n'est pas une infection véritable, en ce sens que le vibrion de Koch ne pullule pas dans le sang et les tissus. Il reste localisé dans l'intestin en y élaborant une toxine; le choléra est

un empoisonnement. Aussi les résultats obtenus chez les animaux injectés préventivement, puis éprouvés par inoculation intra-péritonéale ou sous-cutanée, ne permettent pas de conclure à l'efficacité des vaccins d'Haffkine contre le choléra intestinal humain. La maladie expérimentale provoquée chez les animaux diffère trop de la maladie naturelle de l'homme. Cette objection est d'autant plus justifiée que la vaccination haffkinienne est impuissante à préserver les lapins nouveau-nés du choléra intestinal déterminé par l'ingestion d'une culture pure du vibrion (Metchnikoff).

Ces considérations n'auraient aucune importance si les personnes placées en plein foyer cholérique étaient sauvegardées par la méthode préventive d'Haffkine. Avec une persévérance admirable, cet expérimentateur a réussi à écarter tous les obstacles et à inoculer préventivement, aux Indes, des milliers d'individus, en réservant comme témoins un certain nombre d'autres placés dans les mêmes conditions. Ces expériences, suivies par les services sanitaires officiels, ont donné dans certaines localités des résultats favorables. Cependant, les exceptions relevées et les essais plus récents ne permettent pas de se prononcer définitivement sur l'efficacité de la vaccination anti-cholérique d'Haffkine.

Il en est autrement des inoculations contre la peste bubonique.

Le microbe de cette maladie a été découvert en 1894 à Hong-Kong, par Yersin. Bientôt après, MM. Yersin, Calmette et Borrel prouvaient qu'on peut immuniser les animaux au moyen des cultures du bacille pesteux tuées par la chaleur.

M. Haffkine a appliqué le procédé à l'homme. Tout d'abord, il prépara un bouillon additionné d'une petite quantité de matière grasse, dans lequel le bacille pesteux se développe sous un aspect tout particulier, qui est une garantie de la pureté de la culture. Celle-ci âgée de 5 à 6 semaines, chauffée à la température de 65° pendant 1 heure, constitue le vaccin. La dose est $2^{cm^3},5$ pour une personne adulte et ne doit déterminer ni réaction locale trop vive, ni élévation de température supérieure à 39°. Une seconde injection est pratiquée quelques jours après la première.

Des dizaines de milliers de patients ont subi les inoculations préventives, notamment au Punjab. Les résultats relevés par les officiers sanitaires sont nettement en faveur de la vaccination anti-pesteuse. En 1902-1903, par exemple, dans douze districts du Punjab, 186795 habitants vaccinés, restés dans le foyer épidémique, fournirent 814 décès; tandis que 29733 morts furent relevées, dans les mêmes circonscriptions, parmi les 639630 personnes non inoculées.

On est aujourd'hui d'accord que l'inoculation préventive anti-pesteuse est au nombre des mesures efficaces à prendre contre la peste déclarée.

Malgré les réactions un peu douloureuses observées quelquefois, elle peut être recommandée. Le Gouvernement de l'Inde en a jugé ainsi, puisqu'il a établi d'importants laboratoires pour la préparation des vaccins anti-pesteux.

Il a fallu à M. **Haffkine** une conviction profonde, une patience et une persévérance rares pour faire entrer dans la pratique sa méthode préventive. En lui décernant le titre de lauréat et en lui attribuant une partie des arrérages du prix Bréant, votre Commission a voulu récompenser et le mérite du savant et sa ténacité.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Guyon, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **A. Pousson**, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, pour son Ouvrage intitulé : *Chirurgie des Néphrites*.

Une mention très honorable est accordée à M. **J.-L. Chirié**, pour son Ouvrage intitulé : *Hypertension artérielle et accès éclamptiques*.

M. le D[r] **Alfred Pousson**, professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux, a soumis à l'examen de la Commission un Ouvrage intitulé : *Chirurgie des Néphrites*.

L'auteur a pu faire, sur ce sujet, une étude approfondie. Grâce à une connaissance très étendue des maladies médicales et chirurgicales de l'appareil urinaire, à une longue pratique, à l'enseignement auquel il s'est consacré comme chargé du cours des maladies des voies urinaires et comme professeur, M. Pousson a fait usage de ses propres observations et de l'étude des résultats obtenus par divers observateurs; il a ainsi déterminé la valeur de l'intervention chirurgicale dans le traitement des néphrites.

Son important travail établit nettement l'état actuel de la question. L'action que peut exercer la chirurgie sur les néphrites aiguës et chroniques, ainsi que sur « les épisodes aigus des néphrites chroniques » y est consciencieusement et judicieusement exposée.

Les recherches de M. **Pousson** apportent une très intéressante contribution à la constatation des « effets physiologiques » de l'action chirurgicale. Les résultats fournis par la néphrotomie dans la chirurgie des néphrites s'ajoutent à ce qui est établi par la cystotomie. L'ouverture large du rein, de même que celle de la vessie, modifie heureusement les lésions et les accidents déterminés par l'hypertension de ces organes; elle réalise l'une des conditions les plus nécessaires à leur guérison.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le Dr **Niclot**, médecin-major de 1re classe à l'hôpital maritime d'Oran.

Pendant 4 années consécutives, de 1904 à 1907, M. le Dr Niclot, qui était médecin-major à l'hôpital militaire d'Oran, a étudié, dans toutes les garnisons de la division d'Oran, les manifestations de l'endémie palustre et la répartition des Culicides. M. Niclot est arrivé à cette conclusion que partout, dans la division d'Oran, il y a parallélisme entre la fréquence des fièvres et l'abondance des Culicides du genre *Anopheles*.

Le travail de M. Niclot est le résumé de longues et patientes recherches d'un grand intérêt au point de vue de la lutte contre le paludisme dans les garnisons de la division d'Oran.

Une mention très honorable est accordée à MM. **Dupard**, médecin principal de 2e classe à l'hôpital mixte de Limoges, et **Lepourcelet**, officier d'approvisionnement au 139e régiment d'infanterie, à Aurillac, pour leur Mémoire intitulé : *Contribution à l'étude de la viande dans l'armée*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. le Dr **Ch. Nicolas** pour son Ouvrage intitulé : *Hygiène publique et privée aux îles Loyalty*.

M. le Dr Ch. Nicolas, qui est médecin-résident à Lifou, a fait une étude originale et très complète de toutes les questions relatives à l'hygiène des îles Loyalty; il trace un tableau saisissant et navrant de l'état des indigènes. Les efforts faits par M. Nicolas pour améliorer la situation des habitants des îles Loyalty, en appliquant quelques-unes des règles fondamentales de l'hygiène, sont très méritoires.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé; M. Henneguy, rapporteur.)

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

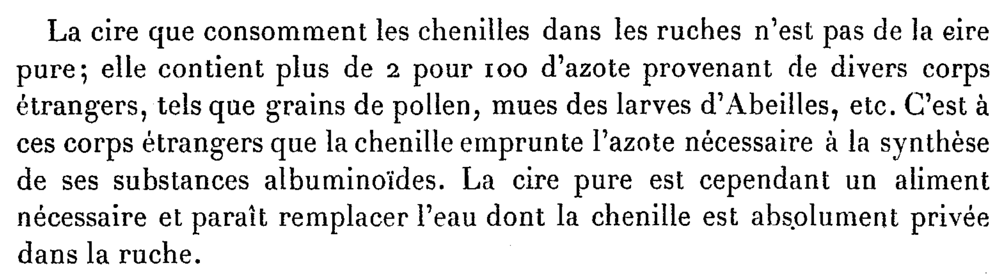
» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

Le prix n'est pas décerné.

Le prix annuel (300fr), représentant les arrérages de la Fondation, est décerné à M. **S.-J. Metalnikoff**, attaché au Laboratoire zoologique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, pour ses travaux sur les chenilles de *Galleria mellonella*.

On admet généralement que les chenilles de la *Galleria mellonella*, qui vivent dans les ruches d'Abeilles, ne se nourrissent que de cire, substance ne renfermant pas d'azote. D'où provient l'azote nécessaire pour la formation des substances albuminoïdes de ces animaux ? Tel est l'intéressant problème que M. Metalnikoff s'est proposé de résoudre.

Si l'on alimente les chenilles de Gallérie avec de la cire pure, elles cessent de s'accroître; elles peuvent encore se transformer en chrysalides et donner des papillons, mais ceux-ci sont très petits et peuvent peser dix fois moins qu'à l'état normal. D'autre part, si l'on nourrit ces chenilles avec des substances azotées, on constate qu'elles diminuent graduellement de poids et meurent avant de se transformer. Vient-on à ajouter une petite quantité de cire pure ou d'eau aux aliments azotés, les chenilles commencent immédiatement à augmenter de poids et peuvent suivre une évolution normale.



La cire que consomment les chenilles dans les ruches n'est pas de la cire pure; elle contient plus de 2 pour 100 d'azote provenant de divers corps étrangers, tels que grains de pollen, mues des larves d'Abeilles, etc. C'est à ces corps étrangers que la chenille emprunte l'azote nécessaire à la synthèse de ses substances albuminoïdes. La cire pure est cependant un aliment nécessaire et paraît remplacer l'eau dont la chenille est absolument privée dans la ruche.

M. Metalnikoff a poussé plus loin ses recherches; il a étudié les ferments digestifs de la Gallérie et ses organes excréteurs. La digestion s'effectue en milieu alcalin aux dépens d'un ferment protéolytique, de l'amylase, de la lactase et de la lipase; l'absorption des produits solubles de la digestion se fait principalement dans l'intestin moyen.

Les organes excréteurs sont représentés, comme chez les autres Insectes, par les tubes de Malpighi et les cellules péricardiales qui excrètent les produits solubles, et les phagocytes qui s'emparent des corps insolubles.

Il y a quelques années, M. Metchnikoff avait annoncé que, si l'on fait ingérer à des chenilles de Gallérie des bacilles tuberculeux, ceux-ci sont détruits dans l'intestin. M. Metalnikoff a repris cette expérience et n'a obtenu aucun résultat; mais en injectant les bacilles dans la cavité du corps des chenilles, il a constaté qu'ils étaient détruits rapidement dans les phagocytes et dans des plasmodes qui se constituent autour des corps injectés. La disparition des bacilles est toujours précédée de leur gonflement et de la formation d'un pigment noir particulier. Ce pigment finit par se dissoudre dans le plasma sanguin et par être absorbé dans les cellules péricardiales. Il est probable que l'enveloppe résistante, de nature cireuse, du bacille tuberculeux est attaquée par un ferment spécial produit par la chenille de la Gallérie. Il serait intéressant d'isoler ce ferment et d'étudier son action sur les animaux tuberculeux.

Malgré les lacunes qu'elles renferment, les recherches de M. Metalnikoff présentent un double intérêt : 1° au point de vue de la physiologie générale, l'auteur a démontré le rôle de la cire dans l'alimentation de la chenille de la Gallérie; 2° au point de vue thérapeutique, la substance encore inconnue qui attaque le bacille tuberculeux pourrait jouer un rôle important dans le traitement de la tuberculose.

Pour ces motifs, la Commission décide d'attribuer à M. **Metalnikoff** les arrérages du prix Mège.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX PARKIN.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, Gautier, Michel Lévy, d'Arsonval, Roux; Dastre, rapporteur.)

Le prix Parkin a été décerné à M. **Ad. Cartaz** pour l'ensemble de ses recherches sur l'emploi de l'acide carbonique dans les affections du nez et de la gorge.

Parmi les composés du carbone, dont le fondateur du prix a voulu encourager l'étude thérapeutique, l'acide carbonique tient une place importante; et il est naturel que ce soit à cet agent que la Commission et les concurrents aient dû songer tout d'abord. Les effets physiologiques du gaz carbonique ont été étudiés par un très grand nombre d'auteurs, depuis Ingenhousz qui signala en 1798 ses propriétés anesthésiques générales, jusqu'à Brown-Séquard, qui, en 1878, montra son action anesthésique locale sur la glotte, compliquée presque aussitôt d'une analgésie généralisée inhibitoire. Les recherches de Paul Bert, Grehant, Raphaël Dubois, A. Mosso ont étendu nos connaissances sur ces propriétés anesthésiques ou narcotiques.

Au point de vue thérapeutique, c'est surtout l'action de l'acide carbonique sur les premières voies respiratoires qui a été étudiée. Le nombre des médecins qui ont appliqué la médication carbonique (par le gaz naturel des sources minérales de Spa, Vichy, Mont-Dore, etc., ou par le gaz artificiel) est considérable, depuis Simpson en 1854 jusqu'aux contemporains, MM. Servajon, Durand-Fardel, Joal, etc. M. A. Cartaz a été l'un des premiers. Dès 1880, il a employé l'acide carbonique en pulvérisations et en douches dans le traitement d'un certain nombre d'inflammations nasales (rhinites spasmodiques). Il est admis aujourd'hui que cette action peut être efficace. M. **Cartaz** a encore employé avec profit les pulvérisations d'acide carbonique dans les affections catarrhales chroniques du pharynx et de l'isthme du gosier. Et c'est à ces quelques cas que paraît se réduire l'utilité thérapeutique d'un agent sur lequel on avait fondé, semble-t-il, de trop grandes espérances.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale).

Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est partagé entre :

M. **Charles Dhéré**, professeur de Physiologie à l'Université de Fribourg (Suisse), pour ses *Recherches spectrographiques sur l'absorption des rayons ultra-violets par les albuminoïdes, les protéides et leurs dérivés;*

M. **E. Pozerski**, préparateur à l'Institut Pasteur, pour un travail intitulé: *Contribution à l'étude physiologique de la papaïne.*

Le travail, soumis par M. **Charles Dhéré** au jugement de la Commission du prix de Physiologie, consiste en une série de recherches spectrographiques sur l'absorption des rayons ultra-violets par les albuminoïdes, les protéides et leurs dérivés.

Berthelot a écrit quelque part que « les données numériques qui caractérisent l'absorption inégale des diverses lumières conduiront peut-être prochainement à une méthode d'analyse chimique universelle ». C'est pour hâter le jour de ce progrès, désirable surtout en ce qui concerne des substances aussi difficiles à caractériser chimiquement que les dérivés albuminoïdes, que M. Ch. Dhéré a entrepris cette longue étude. Beaucoup de ces substances sont incolores; mais si elles ne retiennent pas sélectivement les radiations lumineuses, elles peuvent retenir sélectivement les rayons invisibles du spectre, c'est-à-dire les rayons ultra-violets (dont la longueur d'onde est inférieure à $396^{\mu\mu}$) et fournir des spectres d'absorption que l'image photographique rend sensibles. Il y a là un procédé d'investigation extrêmement pénétrant; il est d'autant plus précieux que les spectres d'absorption ultra-violets apparaissent bien souvent dans des solutions très étendues observées sous une faible épaisseur et n'exigent que des fractions de milligramme de substance.

M. Dhéré a dû modifier, en vue de l'application spéciale qu'il en voulait faire, le spectrographe des physiciens (appareil de V. Schumann); il a créé des modèles avantageux de cuves et d'électrodes. Son travail contient la détermination en longueurs d'onde, ainsi que la reproduction par la photo-

gravure des spectres d'absorption de cinquante et quelques principes physiogiques dont la plupart n'avaient point encore été examinés à ce point de vue, tels ceux de l'adrénaline, de la phénylalanine, du tryptophane, de l'indol, de l'oxyhémocyanine et de divers composés pyrémidiques et puriques. La détermination des constantes d'absorption de ces principes est un service rendu à la Chimie physiologique. La nature de ce travail, savant et précis, est significative de la direction scientifique de M. Ch. Dhéré. L'Académie y reconnaît les qualités qui recommandaient ses travaux antérieurs. M. **Ch. Dhéré**, professeur de l'Université de Fribourg (Suisse), fait honneur à la forte préparation scientifique qu'il a reçue à la Sorbonne.

— Le travail présenté par M. E. Pozerski est une contribution à l'étude de la papaïne.

Le latex de l'arbre à melons (*carica papaya*) a la propriété de digérer les matières albuminoïdes. Cette propriété est due à la présence de la *papaïne*, *ferment soluble protéolytique*. On sait cela depuis longtemps; et, pour préciser, depuis les premières recherches de Roy (1874), bientôt suivies de celles de Wittmack, Beckolt, Wurtz et Bouchut, etc.

Il n'est pas de physiologiste qui n'ait eu l'occasion de réaliser quelque digestion papaïnique. Et, cependant, à tous les expérimentateurs avait échappé un fait remarquable, saisissant et plein de signification.

Ce fait que M. Pozerski a vu, avec MM. Delezenne et H. Mouton, c'est que si l'on veut empêcher la digestion papaïnique en portant rapidement à 100° la liqueur protéique qui contient la papaïne, comme l'on fait avec tous les ferments en général, on n'y réussit pas; une proportion notable d'albumine est digérée. En d'autres termes, la papaïne est extrêmement active à des températures très élevées, insoupçonnées : elle peut, entre 80° et 95°, digérer des substances albuminoïdes avec une vitesse très considérable. M. Pozerski étudie avec détail ce fait inattendu, cette digestion d'allure très anormale. Son étude comprend beaucoup d'autres points de l'histoire expérimentale de la papaïne, dont l'intérêt pâlit en comparaison de celui que nous venons de citer. Ces faits secondaires, tels ceux qui sont relatifs à la recherche de l'antiferment correspondant à la papaïne, à l'anaphylaxie provoquée chez les cobayes par les injections de papaïne, présentent pourtant un réel intérêt. Ils confirment l'impression que les travaux antérieurs de M. **Pozerski** nous avaient donnée, d'un physiologiste de mérite, très au courant des directions récentes de la Science.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Bouchard, rapporteur.)

Le prix est décerné à MM. **J.-E. Abelous**, professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse, et **Bardier**, professeur agrégé à la même Faculté.

Dans les Mémoires très importants qu'ils présentent, MM. **Abelous** et **E. Bardier** résument leurs recherches sur la découverte de l'urohypertensine.

Cette substance, qui a chez le lapin une action hypertensive aussi marquée que celle de l'adrénaline, existe dans l'urine humaine.

Elle est soluble dans l'alcool et l'éther et précipite par l'acide oxalique (dans l'extrait éthéré). C'est une base qui ne donne pas les réactions de l'adrénaline, mais qui paraît voisine d'une ptomaïne, la myosaprine, découverte par Abelous et Ribaut ($C^6H^{11}Az^2O$).

L'urohypertensine élève la pression sanguine, excite les centres respiratoires et possède une action halogène.

On ne retrouve pas cette substance dans l'urine des enfants de 3 à 6 ans; elle fait également défaut dans l'urine des artério-scléreux.

Enfin le régime végétal la fait disparaître de l'urine des sujets normaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

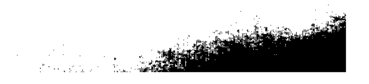
PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre; MM. Bouchard, Henneguy, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre :

M. **Auguste Pettit**, pour son travail intitulé : *Description des encéphales de* Crampus griseus, *de* Steno frontatus, *de* Globicephalus melas, *provenant des campagnes du yacht* Princesse-Alice;

M. **Gustave Roussy**, chef de travaux à l'École des Hautes Études au Collège de France, pour son Ouvrage intitulé : *La couche optique; le syndrome thalamique.*



Rapport de M. **Henneguy**.

Nos connaissances sur la constitution du système nerveux des Cétacés renferment de grandes lacunes par suite de la difficulté qu'éprouvent les anatomistes à se procurer des pièces en bon état de conservation. M. **A. Pettit** a pu profiter des captures de Souffleurs, faites par S. A. S. le prince de Monaco, au cours de ses croisières scientifiques, pour étudier avec soin l'encéphale de trois espèces : *Crampus griseus, Steno frontatus* et *Globicephalus melas*.

Le cerveau des Cétacés, comme Broca l'avait déjà indiqué dès 1872, présente une analogie de conformation avec ceux des Ruminants et surtout avec ceux des Solipèdes; l'arc supérieur de la scissure limbique se prolonge en avant du corps calleux; les circonvolutions sont disposées d'une manière compliquée et ordonnancées suivant la direction antéro-postérieure.

Les données anatomiques, embryologiques et paléontologiques tendent toutes à établir que les Cétacés constituent un phylum isolé, dont les plus proches parents sont représentés par les Carnassiers, les Ruminants et surtout les Périssodactyles.

Tandis que chez les Primates le premier indice du plissement de l'écorce se traduit par l'apparition de dépressions transversales, chez les Cétacés, au contraire, les scissures les plus primitives s'ordonnancent suivant la direction antéro-postérieure. Les Siréniens ne dépassent guère l'état passager réalisé transitoirement par les embryons des Cétacés, mais chez ces derniers le manteau atteint progressivement une complexité de plus en plus grande de façon à représenter le type gyrencéphale par excellence. Il est intéressant de noter l'extrême complication des circonvolutions cérébrales en désharmonie avec l'ensemble de l'organisme chez les Cétacés, car elle montre que les divers appareils anatomiques sont susceptibles d'une évolution spéciale qui s'effectue indépendamment des affinités zoologiques.

Le travail de M. Pettit apporte donc une contribution importante à nos connaissances de l'encéphale des Cétacés. Pour ces motifs, la Commission décide de partager le prix Lallemand entre MM. **A. Pettit** et **Gustave Roussy**.

Rapport de M. **Bouchard**.

La couche optique (*étude anatomique*, *physiologique et clinique*).
Le syndrome thalamique, par M. Gustave Roussy.

Ce travail très important comporte une partie expérimentale et une partie anatomo-clinique.

Sur des animaux anesthésiés (chats, chiens, singes), l'auteur attaque la couche optique sur des points soigneusement repérés et à des profondeurs déterminées à l'aide d'aiguilles électrolytiques bipolaires qu'il fait traverser pendant 8 à 10 minutes par un courant de 8 à 12 milliampères. Le choc opératoire est à peu près évité.

Dès le lendemain il constate : des *mouvements de manège*, des *troubles de la sensibilité superficielle et profonde*, de *l'hémianopsie*, des *troubles de l'ouïe*.

Contrairement à Schiff, les lésions de la partie antérieure aussi bien que de la partie postérieure donnent des mouvements de manège qui se font toujours vers le côté de la lésion. Ces mouvements ne dépendent pas du thalamus; ils relèvent de la lésion concomitante du pédoncule cérébral.

Il a constaté sur le singe des troubles du sens stéréognostique dans le côté opposé à la lésion, comme les autres troubles de la sensibilité.

De même pour l'hémianopsie, qui cependant n'est pas due à la lésion du thalamus, mais à des lésions simultanées de la bandelette optique, du corps genouillé externe, du tubercule quadrijumeau, des radiations optiques.

Les troubles auditifs n'ont été observés que deux fois sur cinq. Jamais il n'a observé ni paralysie, ni contracture, ni convulsions.

Contrairement à Bechterew, il n'a constaté ni les troubles de la mimique, ni ceux des sphincters ou de la sécrétion lacrymale.

Au point de vue de l'anatomie, il a, en suivant sur des coupes successives la dégénération wallérienne, démontré l'existence de fibres thalamocorticales.

Contrairement à Bechtereaw il nie l'existence de fibres qui iraient de la couche optique à la moelle épinière.

Au point de vue anatomo-clinique, de l'examen de sept malades atteints de lésions de la couche optique et de l'examen sérié de coupes microscopiques de tout le cerveau chez quatre d'entre eux, M. **Roussy** a pu conclure que la lésion isolée du thalamus produit uniquement l'altération notable et persistante de la sensibilité, soit hémianesthésie superficielle légère avec troubles très marqués du sens musculaire; soit troubles subjectifs : douleurs d'origine centrale.

Par l'alliance heureuse de l'expérimentation, de l'anatomie pathologique et de la clinique, ce Livre rectifie, simplifie et augmente nos connaissances sur les fonctions de la couche optique.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

La Commission attribue le prix à M. C. **Delezenne**.

L'œuvre de M. Delezenne est très appréciée des physiologistes. Deux traits la caractérisent. Le premier c'est que ce savant, dans presque tous les domaines qu'il a abordés, a apporté la découverte d'un fait inattendu, paradoxal en apparence, contraire à l'opinion reçue, à côté duquel beaucoup d'autres expérimentateurs avaient passé sans l'apercevoir. Et ce fait inattendu, contre-pied de l'opinion commune ou de l'expérience banale, offre ordinairement une importance doctrinale certaine. En second lieu, ses publications ont provoqué aussitôt des contrôles d'où le fait principal est toujours sorti confirmé dans ses grandes lignes.

Il en est ainsi, par exemple, en ce qui concerne les travaux de M. Delezenne sur la coagulation du sang d'oiseau. D'innombrables observateurs ont vu saigner des oiseaux et constaté la rapide coagulation de leur sang. On disait volontiers qu'il est le plus coagulable de tous et qu'il se prend subitement en masse lorsqu'on le reçoit après décapitation ou au sortir d'une plaie. M. Delezenne nous montre qu'en réalité le sang d'oiseau, recueilli pur, reste indéfiniment liquide : il suffit pour cela de le puiser directement dans l'artère en lui évitant le contact des tissus blessés. La prise en caillot, vulgairement observée, est due, en effet, à l'intervention des tissus voisins. Cette expérience met en lumière le rôle d'un des agents essentiels du phénomène coagulatif (*la trombokinase*). Elle a permis d'obtenir pour la première fois un *plasma naturel*, se conservant stable, qui a été utilisé non seulement en physiologie, pour l'étude intime de la coagulation (Bordet, Morawitz, Loeb, Spiro, Nolf, etc.), mais aussi en bactériologie pour ce qui a trait à l'origine et à la distribution des anticorps (Falloise, Hewlet, etc.). Cette propriété du sang d'oiseau de résister presque indéfiniment à la coagulation spontanée appartient également au sang des reptiles, des batraciens et des poissons, c'est-à-dire à tous les vertébrés à globules rouges nucléés.

Une fortune pareille échut encore à M. Delezenne en ce qui concerne le suc pancréatique. Ce suc est l'agent de la digestion des aliments albuminoïdes : il n'y a pas de physiologiste qui n'ait éprouvé son pouvoir protéolytique. Et voici que M. Delezenne en le recueillant à l'état de pureté,

par cathétérisme du canal de Wirsung, sans souillure de suc intestinal, nous le montre absolument inerte, incapable de digérer l'albumine. Il ne devient actif que grâce à l'intervention d'un agent étranger, l'entérokinase du suc intestinal. A la vérité, ici, la découverte avait été préparée par le physiologiste russe Pawlow et son élève Chépovalnikow qui avaient signalé l'action favorisante du suc intestinal. Mais il n'est plus question d'action favorisante : ce n'est pas assez dire. Le ferment du suc pancréatique est *totalement inactif* sur l'albumine ; il ne devient actif que par l'addition d'un *complément* indispensable, l'entérokinase. C'est le premier exemple d'une action diastasique due à un couple fermentaire. C'est une analogie entre l'action diastasique et l'action bactéricide ou cytotoxique des sérums.

On voit ainsi que le suc intestinal (kinase intestinale) est le complément, nous avons dit indispensable, du ferment pancréatique. Indispensable n'est pas le mot, car il n'est pas absolument spécifique. Il a un substitut que M. Delezenne nous a fait connaître, dans les sels de calcium. Le suc pancréatique inerte vis-à-vis de l'albumine est rendu actif en outre de l'entérokinase par les sels de calcium et ceux-là seulement : ni le baryum, ni le strontium, ni le magnésium ne peuvent remplacer le calcium. D'autre part, les sels de potassium s'opposent à l'efficacité du calcium.

Un troisième exemple nous est fourni par l'étude de la digestion papaïnique que M. Delezenne a faite avec M. Pozerski. La papaïne, fait paradoxal, peut digérer l'albumine avec une vitesse considérable à la température inusitée de 80°-95°. De sorte que si, prenant un mélange d'albumine ou de sérine avec la papaïne, on veut arrêter la digestion en chauffant à l'ébullition, comme on ferait pour toute autre fermentation diastasique, on a un résultat contraire : une notable partie de l'albumine serait hydrolysée.

D'autres résultats peuvent encore être signalés dans l'œuvre de M. Delezenne : le fait que la strychnine, généralement considérée comme convulsivante et capable de contracter les vaisseaux sanguins, est au contraire un vasodilatateur périphérique vrai ; la sensibilité des vaisseaux sanguins aux variations de pression, mise en évidence par une élégante expérience ; l'intervention du foie dans le mécanisme de l'incoagulabilité du sang que provoque l'injection intravasculaire de propeptone, de sérum d'anguille, d'extrait de muscle d'écrevisse, de certaines toxines microbiennes et des sérums leucotoxiques ; une injection de l'un de ces liquides conférant l'immunité contre une seconde injection de l'un quelconque des autres. Il faut enfin rappeler que M. Delezenne a, l'un des premiers, signalé l'existence

des sérums cytotoxiques (hépatotoxique et névrotoxique) produits par les injections de bouillie d'organes, et que si la question est encore loin de sa solution, il y a un réel mérite à l'avoir amorcée.

C'est en raison de cette œuvre originale et très nouvelle que la Commission a jugé M. **Delezenne** digne d'une récompense que les physiologistes reçoivent d'ordinaire plus tardivement.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy.)

L'Académie avait mis au concours la question suivante : *De l'origine des antiferments*.

Aucun Mémoire n'est parvenu à l'Académie.

La question est maintenue, et le prix est prorogé à l'année 1911.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Carnot, Rouché, Alfred Picard, le prince Roland Bonaparte, Tannery.)

La Commission du prix Montyon de Statistique a reçu pour 1909 les envois de sept auteurs distincts.

Elle décerne le prix de *mille francs* à M. **Louis de Goy** pour un ensemble d'études financières formant quatre fascicules qui portent les titres suivants :

1° *Finances publiques et budgets départementaux*, 1906;

2° *L'indépendance fiscale des pouvoirs locaux et la liberté individuelle*, 1907;

3° *La situation vraie des finances communales*, 1908;
4° *La nouvelle évaluation des propriétés non bâties*, 1908.

En second lieu, votre Commission décerne une mention honorable de *cinq cents francs* à M. le Dr **Ausset** pour son Ouvrage intitulé : *Le bilan des Consultations de Nourrissons et des Gouttes de lait.*

La Commission croit de son devoir de citer, en outre, d'une manière très honorable, deux autres noms *ex æquo* et par ordre alphabétique :

M. le Dr **Broquin-Lacombe** pour son *Étude démographique de la ville de Troyes*.

M. **Risser** (René) qui a présenté deux Mémoires :

1° *Contribution à l'établissement de Tables de mortalité;*
2° *Études statistiques sur les recherches d'échelles de salaires applicables à la population professionnelle française.*

Les Rapports détaillés qui suivent font connaître les motifs de ces résolutions.

Ouvrage de M. Louis de Goy. — *Rapport de M.* **de Freycinet**.

M. **Louis de Goy**, sous-chef de bureau au Ministère des Finances, a présenté pour le concours une série d'études, publiées de 1906 à 1908, sous les titres qui ont été énumérés ci-dessus.

Ces quatre brochures, d'apparence modeste, résultent de longs travaux poursuivis avec persévérance et condensent en quelques pages les renseignements essentiels contenus dans divers documents officiels. Elles contiennent des idées justes et originales et conduisent à des conclusions qui, sur quelques points, paraissent inattendues. L'auteur montre que, contrairement à une opinion assez répandue, les individus seraient moins défendus contre les excès de la fiscalité si les pouvoirs financiers des communes et des départements n'étaient pas soumis au contrôle de l'autorité centrale. Sous ce rapport l'extension de la décentralisation administrative serait plus nuisible qu'utile aux contribuables.

La dernière brochure, relative à l'évaluation de la propriété non bâtie, s'attache à démontrer que l'application rigoureuse des baux aboutirait, pour la petite propriété, à un régime fiscal moins favorable que le système des évaluations parcellaires déterminées, à égalité de qualité ou de situation

des terres, d'après un tarif uniforme d'estimation à l'hectare. Cette indication est intéressante à retenir.

En résumé, les travaux de M. **Louis de Goy** apportent un contingent utile à la préparation des mesures législatives. Et comme ils s'appuient, d'autre part, sur un dépouillement consciencieux des statistiques administratives, ils paraissent dignes de recevoir le prix Montyon.

Dr Ausset, professeur agrégé à Lille. *Le bilan des Consultations de Nourrissons et des Gouttes de Lait* (travail extrêmement sérieux et qui mérite beaucoup d'attention).

Rapport de M. **Labbé** (adjoint à la Commission).

Élève de Budin, l'auteur rappelle que c'est Budin qui fonda à la Charité la première *Consultation des Nourrissons*, il y a 16 ans. Et c'est il y a 14 ans que le Dr Dufour a fondé la première *Goutte de Lait*, à Fécamp.

Une Consultation des Nourrissons est un dispensaire où deux fois et, s'il se peut, quatre fois par mois, un médecin reçoit mères et bébés, conseille les premières, pèse les seconds, établit des fiches; puis à la mère, *si elle allaite*, on donne des secours soit en argent, 1^{fr} par semaine, soit en nature, 1^{kg}, de viande par semaine ou 5^{kg} de pain ou un sac de charbon : si elle n'a pas assez de lait on lui donne du lait pasteurisé et l'on revient au premier ordre de secours si la lactation se rétablit : enfin si, malgré conseils et secours, son lait se tarit, elle reçoit gratuitement du lait pasteurisé tous les jours. La mère a dû être examinée, une enquête faite : on a essayé de maintenir l'allaitement maternel tant qu'on a pu et l'on n'arrive à l'allaitement artificiel qu'en désespoir de cause. Or l'auteur, d'après son expérience, affirme que dans les milieux les plus pauvres on peut ainsi obtenir l'allaitement maternel au moins pendant les trois premiers mois (sauf pour les filles-mères), mois qui sont les plus dangereux pour les bébés. En un mot, la Consultation des Nourrissons a pour but foncier de relever l'allaitement maternel en entraînant les jeunes mères tant par les conseils et l'éducation que par l'encouragement qui résulte de dons en argent ou en nature. Elle entraîne essentiellement l'examen médical de la mère, une enquête des motifs qui font que son sein manque de lait, et même, s'il est possible, une enquête sur l'état-civil.

Une Goutte de Lait est un dispensaire où l'on donne du lait, pasteurisé ou du moins de bonne qualité, à tout venant qui peut prouver la pauvreté

et le défaut de lactation : le médecin n'y paraît qu'assez rarement et souvent à titre administratif ou autre. Résultat : si une Goutte de Lait est fondée dans un quartier pauvre, une femme, qui nourrissait fort bien son bébé au sein, apprend qu'on donne du lait gratuitement. Aussitôt elle tarit ses seins, fait jeûner l'enfant, le présente à la Goutte de Lait et trouve qu'elle a fait une bonne affaire. On a même vu une même femme se présenter à plusieurs Gouttes de Lait et recueillir ainsi le lait de plusieurs nourrissons. Ceci résulte du défaut d'examen et de surveillance médicale. Aussi Pinard a-t-il pu dire que ces dispensaires étaient un encouragement au biberon et une cause de mortalité.

Aussi est-il indispensable de se rallier au programme strict de Budin, si l'on veut réellement relever la nourriture par la mère qui seule peut diminuer la mortalité.

Tout ce qui précède est exposé en divers points du Livre, surtout au début. L'auteur se livre ensuite à une longue étude statistique passant en revue tous les départements de France qui ont des dispensaires de l'un ou l'autre genre (66 départements). Les résultats varient, comme il le remarque, selon la manière dont le principe de charité a été appliqué. Là où des hommes de dévouement ont exécuté le programme de Budin, la mortalité est tombée de 100 pour 100 en 5 ans. Dans beaucoup de localités le résultat a été moyen; souvent il a été nul, et ici, par son analyse, l'auteur montre que ce mauvais résultat est dû à ce qu'on a réalisé exactement la Goutte de Lait que nous avons décrite et non une Consultation des Nourrissons.

Étude démographique sur la ville de Troyes, par le Dr Broquin-Lacombe.

Rapport de M. **Haton de la Goupillière.**

M. le Dr **Broquin-Lacombe** a présenté à l'Académie un travail très soigné et très complet sur la statistique démographique de la ville de Troyes. Chacun des points étudiés (et ils sont très nombreux) se trouve éclairé d'une manière uniforme à l'aide d'une Notice concise, d'un Tableau numérique et d'un Graphique fort bien exécutés.

L'auteur s'étend de 1887 à 1905, afin de n'opérer que sur des bases suffisamment sûres et complètes. Avec une grande franchise, il met en relief les côtés inquiétants qui semblent ressortir, pour la ville de Troyes, de ses diverses conclusions; de même qu'il compense ces mauvaises impressions

(et pour un plus grand nombre de points) par d'autres qui sont, au contraire, rassurantes et très encourageantes.

Pour ce motif, il semblerait que la diffusion de cet Ouvrage, et tout d'abord son impression, pourraient intéresser la Municipalité et l'agglomération troyennes qui embrassent 53447 habitants.

L'étude de la natalité en premier lieu figure parmi les ombres au Tableau, comme d'ailleurs, malheureusement, dans toute la France. Elle a décru à Troyes entre 1887 et 1905 de 27 à 21 pour 1000, et semble à peine accuser une faible reprise. Il y a déficit des naissances sur les décès, et l'augmentation de la population urbaine n'est due qu'à l'immigration. Or, on ne saurait, au point de vue national, se féliciter du perpétuel déversement de la population rurale dans les villes.

On doit regretter également la proportion des deux natalités : légitime et illégitime. On trouve à Troyes une naissance de cette catégorie contre 3,5 légitimes; ce qui est plus que le double de la moyenne générale de France.

Par contre, la mortinatalité est en voie marquée d'abaissement.

La nuptialité augmente, mais sans être, malheureusement, suivie par la natalité, comme nous venons de le dire. Malheureusement aussi, la proportion des divorces augmente encore plus vite. Elle a été en 1906 de 1 sur 1000, ce qui est plus que double également de celle des grandes villes de 30000 à 100000 habitants.

L'étude de la mortalité est traitée par l'auteur avec un très grand détail et une compétence particulière. Le chiffre total est en voie de notable atténuation.

La fièvre typhoïde a été très efficacement combattue par l'amélioration du régime des eaux. La variole a traversé une crise que l'on peut considérer comme accidentelle; et le Dr Broquin recommande d'abaisser à 5 ans, pour tous les âges de la vie, la période de revaccination. La diphtérie a subi une rétrogradation marquée par l'emploi du sérum Roux. Malheureusement, la tuberculose pulmonaire est en augmentation constante, et l'auteur réclame une lutte énergique, et nécessairement longue, contre cet horrible fléau. La mortalité tuberculeuse dépasse le sixième du total général, et la phtisie pulmonaire y représente environ les cinq sixièmes des tuberculoses de toutes natures. Le cancer, qui augmente à la vérité en tous pays, a presque doublé à Troyes en 20 ans. Il atteindrait également les hommes et les femmes, si ce n'était en raison des seins et des organes génitaux qui déterminent un excès pour le sexe féminin. Les femmes sont également

beaucoup plus maltraitées à Troyes par la méningite, contrairement à l'opinion qui règne dans les autres pays. Les maladies du cœur sévissent plus qu'à Paris, mais à peu près comme à Reims, à Bordeaux, à Lyon. La bronchite aiguë, la pneumonie donnent, pour le milieu troyen, des résultats très particulièrement satisfaisants. La diarrhée infantile est considérée, avec la tuberculose, comme le principal fléau. Une consultation organisée pour nourrissons a procuré de l'amélioration. L'auteur voudrait que l'on arrivât à donner, pendant le trimestre des chaleurs, pour rien ou pour un prix minime, du lait stérilisé aux indigents.

Suivent divers Tableaux étudiant la mortalité par rues, par natures de métiers; l'examen anthropométrique de 5000 à 6000 écoliers des deux sexes; l'alcoolisme qui est en voie d'amélioration.

En résumé, l'excellent travail de M. le Dr **Broquin-Lacombe** nous semble dans cet examen, et jusqu'à la discussion comparative avec les autres candidats, mériter, sinon le prix de *mille francs*, tout au moins la mention honorable de *cinq cents francs* accordée par l'Académie sur le fonds Montyon pour la Statistique.

Rapport de M. **Ad. Carnot** *sur les deux Mémoires manuscrits remis par M.* René Risser *pour le concours de* 1909.

M. **René Risser**, ancien élève de l'École Polytechnique, aujourd'hui actuaire du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale, a présenté deux Mémoires manuscrits, qui sont relatifs : l'un aux Tables de mortalité de population, l'autre à la recherche d'échelles de salaires applicables en France.

I. Le premier est intitulé : *Contribution à l'établissement de Tables de mortalité de population*. Il fait suite à un autre Mémoire, dans lequel le même auteur avait analysé différentes formes de fonctions susceptibles de représenter, les unes les taux de mortalité, les autres le nombre des survivants d'âge x appartenant à un groupe professionnel donné, et dans lequel il avait cherché une fonction permettant de fixer le taux de mortalité dans le cas d'invalidité, problème qui se rattache à l'étude des taux de mortalité par âges à l'entrée.

Dans son nouveau travail, M. Risser a en vue la population entière d'un pays, indépendamment des groupes professionnels ou autres; il se propose de chercher les méthodes les plus correctes pour établir les taux de mortalité à l'âge x d'une façon générale.

Le Mémoire est divisé en quatre Chapitres :

Le Chapitre I est consacré à exposer les différentes méthodes ordinairement utilisées pour l'établissement d'une Table de mortalité de population, en indiquant les perfectionnements successivement apportés à ces méthodes.

Le deuxième donne une comparaison des méthodes analytiques de Sprague, de Woolhouse, de Higham, pour l'ajustement des données du recensement (nombre des vivants aux différents âges) et des statistiques de l'état-civil (nombre des décédés).

Dans le Chapitre III, l'auteur cherche sur quelle précision on peut compter dans l'évaluation du taux de mortalité aux différents âges et montre la nécessité d'un ajustement des taux pour les âges extrêmes.

Dans le quatrième Chapitre, il essaye une fonction simple à deux paramètres, susceptible de représenter, avec une approximation suffisante, en général, le nombre des vivants entre 0 et 1 an.

II. Le second Mémoire a pour titre : *Essai statistique sur la recherche d'échelles de salaires applicables à la population professionnelle française.* — A l'aide des documents statistiques publiés par l'Office du Travail, notamment de l'*Étude sur les salaires et la durée du travail dans l'Industrie française* (1892-1896), de l'*Enquête décennale de* 1892 *sur l'Agriculture*, de l'*Enquête sur la grande, la moyenne et la petite industrie en Belgique* (1896) et de divers autres documents, l'auteur a essayé de déterminer des échelles de salaires pour les principaux groupes professionnels apparaissant dans l'étude des lois sociales et particulièrement dans celle des projets de retraites ouvrières actuellement en discussion. Il distingue les groupes suivants :

1° Ouvriers et employés de l'Industrie, du Commerce et des professions libérales;

2° Ouvriers et employés de l'Agriculture et des Forêts;

3° Fermiers, métayers et journaliers-propriétaires;

4° Domestiques attachés à la personne.

Sur un grand nombre de points, les renseignements précis font défaut et il y faut suppléer par des hypothèses aussi motivées et aussi vraisemblables que possible. M. Risser paraît avoir apporté dans cette étude délicate un soin consciencieux et un jugement bien pondéré.

La Commission a jugé que, par l'ensemble de ses deux Mémoires, M. **Risser** méritait une citation très honorable.

L'Académie adopte les conclusions du Rapport d'ensemble initial.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Poincaré, Guyou, Émile Picard, Tannery; Darboux, Guignard, rapporteurs.)

La Commission décerne un prix de deux mille francs à M. **P. Duhem**, Correspondant de l'Académie, pour l'ensemble de ses travaux relatifs à l'histoire des Sciences.

La Commission décerne un prix de *mille francs* à M. **J.-B. de Toni**, professeur à l'Université de Modène, qui a présenté pour le concours du prix Binoux une série d'études historiques sur la vie et les travaux de divers savants italiens des XVe et XVIe siècles. Parmi ces études, celles qui concernent Lucas Ghini et Ulysse Aldrovandi sont particulièrement intéressantes en raison des données originales qu'elles fournissent sur ces deux naturalistes.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Darboux, Ph. van Tieghem.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne des Médailles aux lauréats des prix de Chimie qui ne l'ont pas encore obtenue :

MM. **G. Blanc**, **Marcel Guerbet** (prix Jecker); **Jolibois**, **Brunel** (prix Cahours); **Émile Lefranc**, **Paul Letellier**, **Maurice Perrot** (prix Montyon des Arts insalubres).

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Ph. van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Van Tieghem, Maurice, Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

La Commission administrative propose de partager le revenu de la fondation Lannelongue entre Mme **Cusco** et Mme **de Nabias**.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Van Tieghem, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont**.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Troost, Poincaré, Émile Picard, Lippmann, Violle; Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Wilde à M. **Joseph Vallot**, pour l'ensemble des travaux qu'il a accomplis dans le massif du mont Blanc.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guignard, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre ; Mangin, rapporteur.)

Votre Commission estime qu'il n'y a pas lieu de décerner ce prix, mais elle vous propose d'accorder un encouragement de 1500 francs à M. **Claudius Roux**, pour son travail sur la chlorose des végétaux. Ce travail, constitué surtout par un historique de la question, renferme en outre une série d'expériences et d'observations sur la culture des plantes silicicoles en terrain calcaire; il y a là l'ébauche d'une série de recherches qui méritent d'être poursuivies.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Darboux, Poincaré, Zeiller, Lacroix, Douvillé, le prince Roland Bonaparte; Wallerant, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer ce prix à MM. **E.-F. Gautier** et **R. Chudeau**.

Depuis 1901, ces deux savants ont entrepris d'explorer le Sahara et de combler les lacunes de nos connaissances sur cette région encore si mystérieuse. Chacun d'eux a passé à peu près 2 ans dans le désert et il est inutile de rappeler ici les différents itinéraires suivis par eux. Ils viennent, en effet, de publier leurs résultats dans deux Volumes consacrés l'un au Sahara algérien et l'autre au Sahara soudanais, division adoptée exclusivement pour la commodité de l'exposition. Une revue rapide de ces deux Volumes nous permettra de juger de l'importance de leur œuvre.

Dans le premier, M. Gautier, se plaçant à un point de vue général, fait une étude du sol, de l'hydrographie, des oueds et des dunes. Un Chapitre important est consacré à l'Ethnographie, puis vient ensuite une description des régions secondaires telles que la Zousfana, la région de la Saoura, etc., etc.; quoique se plaçant à tous les points de vue, ce sont surtout les caractères géologiques qui attirent son attention.

Dans son Ouvrage sur le Sahara soudanais, M. Chudeau suit un plan un

peu différent ; le Volume de M. Gautier lui sert en effet de préface et lui évite de traiter certaines questions. Il s'intéresse plus particulièrement aux questions de Géologie, de Géographie botanique et zoologique ; il les étudie dans la pénéplaine centrale du Sahara, dans les hautes plaines du Soudan. Il consacre deux Chapitres à la Géographie ancienne, aux dunes fossiles et aux cours d'eau disparus. Après avoir décrit les gisements de substances utiles, il traite du commerce saharien. Les deux voyageurs ont, en outre, rapporté de nombreuses photographies, cartes et coupes géologiques, cartes hygrométriques, sans parler de nombreux échantillons qui ont servi de bases aux déductions et conclusions exposées dans le cours de leurs Ouvrages.

Nombreux sont donc les résultats que nous devons à MM. **E.-F. Gautier** et **R. Chudeau** et, sans parler des privations et des fatigues qu'ils ont dû supporter, il ne faut pas oublier ce qu'il leur a fallu d'énergie et d'abnégation pour mener à bien le projet qu'ils avaient formé de nous donner une description scientifique du Sahara.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Maurice Lévy, Darboux, Troost, Cailletet, Émile Picard ; Alfred Picard, Charles Bouchard, rapporteurs.)

Rapport présenté par M. **Alfred Picard**, *au nom de la Commission.*

Le prix quinquennal Jean-Jacques Berger, d'une valeur de 15000^{fr}, doit être décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Après un examen attentif des diverses œuvres pouvant concourir utilement pour l'attribution de ce prix, la Commission en a retenu deux : la construction du chemin de fer métropolitain de Paris ; les recherches du Dr Calmette, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, sur l'épuration biologique des eaux d'égout.

Ces œuvres seraient récompensées, l'une en raison des résultats dès maintenant acquis, l'autre à titre d'indication pour les études relatives à l'amélioration de l'assainissement. Elles recevraient, la première 9000^{fr}, la seconde 6000^{fr}.

I. — *Chemin de fer métropolitain municipal de Paris.*

Les premiers projets du Métropolitain de Paris tendaient à en faire un instrument à destinations multiples, assurant la jonction entre les gares des grands réseaux, permettant la pénétration de ces réseaux dans l'intérieur de la capitale et desservant la circulation urbaine. Ils donnaient lieu à des difficultés très graves de construction et d'exploitation, en même temps qu'ils se prêtaient mal aux accords nécessaires entre l'État et la Ville.

Poussés par les nécessités pressantes des transports urbains pendant l'Exposition universelle de 1900, les Pouvoirs publics abandonnèrent les conceptions initiales, résolurent de séparer les instruments affectés aux divers objets qu'ils avaient eus d'abord en vue, retinrent pour l'État les pénétrations des grandes lignes dans Paris et autorisèrent la Ville à établir un métropolitain urbain comme chemin de fer d'intérêt local.

Le plan général élaboré par la municipalité n'épousait pas seulement les principaux courants de la circulation parisienne. Il prenait, dans une juste mesure, contact avec les quartiers périphériques, mal reliés jusque-là au centre de la ville. Cependant la première déclaration d'utilité publique, prononcée en 1898, fut limitée à six lignes, mesurant ensemble 63^{km}; encore la Ville ne s'engageait-elle de façon irrévocable que pour 42^{km}. Des extensions successives, décidées au fur et à mesure que venait le succès, conduisirent au développement actuel de $87^{km},5$. Quelques tronçons nouveaux sont à l'étude.

D'après les combinaisons qui ont prévalu, la Ville s'est réservé la construction de l'infrastructure et a concédé l'exécution de la superstructure ainsi que l'exploitation. La superstructure comprend l'accès aux stations et l'équipement électrique.

Grâce à l'indépendance vis-à-vis des grands réseaux, le métropolitain municipal a été affranchi de leurs conditions d'établissement et d'exploitation. Il est devenu possible de réaliser des simplifications et des économies considérables, de réduire la largeur du matériel et le gabarit de l'infrastructure, d'appliquer exclusivement le système des trains courts et nombreux, d'abaisser à 75^{m} la limite inférieure du rayon des courbes, d'élever à 40 millièmes la limite supérieure des déclivités. La diminution de rayon des courbes permettait d'évoluer sous la plupart des places ou même des carrefours, sans toucher aux immeubles riverains et, par suite, sans courir les risques redoutables des expropriations. L'augmentation du maximum de déclivité donnait le moyen, soit de passer au-dessus ou au-dessous

des obstacles intangibles que recélait le sous-sol, soit d'aborder les régions les plus élevées de la ceinture des collines parisiennes, qui, *a priori*, paraissaient devoir être presque exclues du bienfait des moyens de transport rapide.

La pénétration dans tous les quartiers de la capitale eût suffi, à défaut d'autre considération, pour imposer l'établissement en souterrain. Huit kilomètres seulement appartenant aux premières lignes et correspondant aux traversées extrêmes de la Seine ou à des dépressions secondaires de la périphérie se trouvent en viaduc.

Pour la détermination de l'altitude du souterrain, les ingénieurs ont admis en principe une différence de niveau de 6^m à 7^m entre les rails et la chaussée. Cette distance se prêtait à l'exécution de voûtes maçonnées, dans les conditions voulues de sécurité. Elle n'obligeait le public qu'à une descente ou à une ascension modérée et d'ailleurs coupée par un palier. Aucun ébranlement des édifices n'était à craindre, même dans les rues les plus étroites empruntées par le chemin de fer. Les ouvrages allaient être, à la vérité, au niveau des égouts de la Ville, et des remaniements onéreux de ces égouts pouvaient devenir nécessaires. Néanmoins, le service municipal maintint la solution envisagée dès le début. Cette solution, inverse de celle des « tubes » de Londres placés à grande profondeur, présente de tels avantages qu'elle a été appliquée et, peut-on dire, imitée dans toutes les grandes métropoles pourvues de chemins de fer souterrains, à New-York, à Boston, à Philadelphie, à Berlin.

A peine est-il besoin d'ajouter que les circonstances locales ont commandé certaines exceptions, tantôt lorsqu'une ligne devait passer sous d'autres lignes ou sous des obstacles intangibles, tantôt lorsque, malgré l'emploi de la déclivité maximum, le développement manquait pour se rapprocher des plateaux de la périphérie. Les constructeurs se sont efforcés de réduire le nombre des exceptions; ils étaient impuissants à les supprimer. De là, quelques stations profondes, où la nécessité d'ascenseurs est apparue. Les ascenseurs coûtent fort cher ; de longs débats se sont engagés entre la Ville et le concessionnaire sur l'imputation des dépenses ; finalement une entente est intervenue et l'installation a été résolue pour toutes les stations situées à plus de 12^m ou parfois à plus de 9^m de profondeur.

Rarement les ingénieurs ont eu l'occasion de montrer leur œuvre au grand jour. Il y a lieu cependant de citer les deux viaducs de Passy et d'Austerlitz, qui tiennent dignement leur place dans la remarquable série des ponts de Paris.

En général, les travaux ont conservé le caractère ingrat propre aux ouvrages souterrains. De tels ouvrages ne peuvent être vraiment connus que par leur auteur; la difficulté vaincue s'y révèle d'autant moins après l'achèvement qu'elle a été plus habilement surmontée. Or le sous-sol de Paris réservait aux constructeurs d'incessantes difficultés : dans le centre de la capitale, terrains de remblai inconsistants et sillonnés en tout sens par des canalisations qui constituaient de véritables rivières, ou, en cas d'abaissement du niveau, graviers aux eaux abondantes; dans la périphérie, terrains déjà mauvais à l'état naturel et rendus dangereux par d'anciennes exploitations souterraines dont l'allure était mal connue. Quelques exemples feront bien comprendre tout ce qu'il fallut de tenace ingéniosité aux constructeurs.

Trois lignes se croisent et se superposent au milieu de la place de l'Opéra. La plus basse plonge dans la nappe d'eau dont la présence suscita jadis tant d'embarras à l'illustre architecte Garnier. Les ingénieurs sont parvenus, par le fonçage à l'air comprimé de trois grands massifs en maçonnerie, à sauvegarder entièrement la sécurité de la circulation publique et celle de l'exploitation des lignes supérieures jusqu'à l'achèvement des travaux.

Si la Seine a pu être franchie trois fois à ciel ouvert, trois autres traversées ont dû s'accomplir sous le lit du fleuve. De ces dernières traversées, la plus importante est celle de la Cité. Elle a exigé des dispositions spéciales de la rue de Rivoli au boulevard Saint-Germain, sur une longueur de 1100^{m} environ, dans laquelle se rencontrent deux stations d'une portée presque double de celle du souterrain ordinaire. Pour ces stations, comme pour le passage des deux bras du fleuve, l'ouvrage, construit d'avance et renforcé de métal, a été descendu verticalement sur de vastes caissons foncés à l'air comprimé.

Le surplus du souterrain, à tracé sinueux, suivant des rues étroites ou passant sous de grandes constructions, s'est achevé sans accident.

Une seconde traversée, à l'aval du pont de la Concorde, s'effectue par cheminement horizontal en dessous de la Seine.

La troisième traversée, en aval du pont Mirabeau, est exécutée, de même que la première et avec un égal succès, au moyen de caissons foncés à l'air comprimé. Aux abords, notamment sur la rive gauche, les ingénieurs ont eu à lutter contre des eaux extraordinairement abondantes.

Trois traversées se sont également imposées sous les canaux municipaux Saint-Martin et Saint-Denis, qui ont été en grande partie ouverts dans le gypse. Le sous-sol, excavé par la dissolution de ce minéral sous l'influence

des filtrations, rendait les travaux extrêmement périlleux; on ne pouvait, d'ailleurs, vider les canaux et interrompre la navigation. Aussi les galeries étaient-elles constamment menacées et quelquefois envahies. Pourtant tout accident a été évité.

Il ne sera pas inutile de rappeler encore les conditions véritablement uniques d'établissement de la ligne qui traverse le parc des Buttes-Chaumont, puis les anciennes carrières d'Amérique, pour aboutir à la place du Danube. Le tracé recoupait toutes les exploitations de gypse qui, au siècle dernier, ont entamé le versant nord des coteaux de Belleville, et personne n'avait de donnée certaine sur l'état du sous-sol que recouvrent les remblais accumulés à la surface. A l'avant et à la traversé du parc des Buttes-Chaumont, le chemin de fer se trouvait au fond des anciennes carrières et supportait, en certains points, plus de 30^{m} de remblais humides. Près de la place du Danube, au contraire, le tunnel occupait le sommet d'énormes remblais; les constructeurs durent pousser jusqu'au terrain solide des puits ayant parfois 40^{m} de profondeur, les remplir de béton, faire une sorte de viaduc noyé dans les terres.

Rien ne serait plus aisé que de multiplier ces exemples. A chaque pas, des difficultés surgissaient. Au milieu des canalisations diverses qui s'enchevêtrent dans le sous-sol et des édifices qui couvrent la superficie, la moindre défaillance aurait eu des conséquences désastreuses. La prudence et l'habileté des constructeurs ont été couronnées de succès.

Dès maintenant, 57^{km} sont livrés au service public. Le trafic kilométrique atteindra, en 1909, 5 millions et demi de voyageurs, chiffre qui n'a encore été réalisé sur aucun autre chemin de fer. Pour le réseau complet, la dépense sera de 800 à 900 millions, dont les deux tiers à la charge de la Ville.

Parmi les travaux d'intérêt parisien entrepris au cours des dernières années, il n'en est pas qui soient susceptibles d'offrir tant d'avantages sociaux et économiques.

Dans son ensemble, le réseau métropolitain de Paris présente une ordonnance heureuse, produit amplement les effets utiles qui en étaient attendus et peut soutenir la comparaison avec l'une quelconque des œuvres analogues du monde.

Telles sont les raisons déterminantes de la décision prise par la Commission.

La somme de 9000^{fr} serait ainsi répartie entre le chef du service technique et ceux de ses collaborateurs dont la participation aux travaux a été le plus

active :

MM. **Bienvenüe**, inspecteur général des Ponts et Chaussées, chef du Service		3000fr
Biette, ingénieur en chef, adjoint au chef du Service.	1000fr	3000
Locherer, ingénieur en chef, adjoint au chef du Service	1000	
Thomas, ingénieur municipal	1000	
Faillié, conducteur principal des Ponts et Chaussées	750	3000
Hervieu, conducteur principal des Ponts et Chaussées	750	
Chagnaud, entrepreneur de travaux publics	750	
Daydé et **Pillé**, constructeurs	750	
Total		9000fr

Rapport de M. **Bouchard.**

II. — *Recherches sur l'épuration biologique des eaux d'égout.*

Depuis l'année 1903, dans une série de Mémoires publiés par la *Revue d'Hygiène* et successivement dans quatre Volumes édités par la Caisse nationale des Recherches scientifiques, M. Calmette a fait connaître les recherches importantes qu'il poursuit avec l'aide de ses collaborateurs, MM. Rolants, Boullanger, Constant et Massol, sur l'épuration biologique des eaux d'égout.

On sait que le principe de cette épuration consiste à réaliser la minéralisation rapide des matières organiques contenues dans les eaux d'égout au moyen d'un système d'épandage intermittent sur un sol artificiel, véritable support microbien, particulièrement apte au développement et au travail intensif des ferments nitrificateurs.

La méthode, dérivée des travaux du chimiste anglais Dibdin, a été appliquée avec succès par de nombreuses villes anglaises, allemandes et américaines, à l'épuration des eaux d'égout urbaines. On compte actuellement plus de 250 villes anglaises et 64 villes allemandes qui l'ont adoptée dans des conditions un peu différentes les unes des autres et qui s'en déclarent très satisfaites. En France, rien ou presque rien n'a été fait dans cet ordre d'idées, soit parce que les municipalités y sont trop indifférentes aux questions d'assainissement, soit parce qu'on a cru tout d'abord trouver

dans l'utilisation agricole une solution plus convenable. Or l'expérience prouve que celle-ci ne peut être pratiquée que dans les cas tout à fait exceptionnels où l'on dispose, au voisinage immédiat des villes, de terrains peu coûteux, faciles à drainer et à cultiver, d'une perméabilité parfaite et homogène. En dehors de ces conditions, l'épandage avec irrigation culturale expose les nappes souterraines et les rivières à des pollutions particulièrement graves, de sorte qu'on est obligé d'y renoncer. En conséquence, dans l'immense majorité des cas, on ne peut réaliser l'épuration des eaux d'égout que par les nouveaux procédés biologiques artificiels, les traitements chimiques étant beaucoup trop coûteux et ne permettant d'ailleurs pas de minéraliser les matières organiques putrescibles qui se trouvent à l'état de solution dans les eaux d'égout.

Les travaux de M. Calmette et de ses collaborateurs nous ont fait connaître comment l'épuration biologique pouvait être pratiquement et économiquement réalisée. Grâce aux expériences nombreuses effectuées depuis 1904 à la station créée par la Caisse nationale des Recherches scientifiques à la Madeleine, près de Lille, nous sommes aujourd'hui fixés sur les conditions de cette épuration et sur les résultats qu'on doit en attendre. Les meilleurs systèmes de distribution, les meilleurs matériaux utilisables pour la constitution du sol artificiel poreux auquel on donne le nom de *lit bactérien*, sont maintenant précisés.

Parallèlement à ces essais d'ordre pratique, le Dr Calmette effectuait ou dirigeait des recherches théoriques en vue d'élucider le mécanisme de l'épuration biologique. Les quatre Volumes qu'il a publiés renferment des données nouvelles et précieuses sur la symbiose des ferments nitreux et nitriques, sur la solubilisation et la gazéification des matières organiques en suspension dans les eaux d'égout sous l'influence des fermentations anaérobies, sur le travail d'oxydation des lits bactériens, sur les matières colloïdales des eaux d'égout et sur les conditions d'épuration de certaines eaux résiduaires industrielles.

Ces études, dont les résultats scientifiques et pratiques méritent d'être mieux connus des ingénieurs et des autorités sanitaires, constituent la plus complète monographie que nous possédions actuellement sur un sujet qui intéresse au plus haut point l'hygiène publique.

La Commission décerne à M. le Dr CALMETTE, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, une part de six mille francs du prix Jean-Jacques Berger.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences mathématiques).

Le prix n'est pas décerné.

PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences naturelles).

Le prix n'est pas décerné.

PRIX PIERSON-PÉRIN.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Boussinesq, Lippmann, Violle, Vieille, Villard ; Amagat, rapporteur.)

M. E. **Mercadier** a effectué depuis plus de 30 ans une série considérable de travaux relatifs à l'acoustique, à la radiophonie, à l'élasticité, à l'électromagnétisme et à la télégraphie.

En acoustique, il suffira de rappeler les travaux faits en collaboration avec Cornu, par une méthode nouvelle, sur la mesure des intervalles musicaux.

Dans la branche récente de la Physique à laquelle il a donné le nom universellement adopté de *Radiophonie*, M. Mercadier a élucidé les phénomènes sonores découverts par Graham Bell, qui se produisent quand des rayons rendus périodiquement intermittents tombent sur une lame d'un corps quelconque ; il a montré que les sons étaient produits dans la couche d'air environnant la lame par les radiations thermiques et non lumineuses, et il put ensuite, en perfectionnant les appareils, reproduire à distance, en même temps que Graham Bell, le chant et la parole articulée ; c'était la première solution du problème actuellement étudié d'une autre façon sous le nom de *Téléphonie sans fil*. De plus, en étudiant les effets des radiations intermittentes sur du sélénium traversé par un courant électrique, M. Mercadier montra que ces effets étaient *photophoniques*, c'est-à-dire dus à des radiations lumineuses, ces radiations correspondant aux parties verte, jaune et rouge du spectre solaire ; il fut ainsi conduit à construire des types de récepteurs au sélénium employés aujourd'hui dans l'étude des problèmes relatifs à la photographie et à la vision à distance.

Les travaux de M. Mercadier sur l'élasticité ont débuté par une étude

complète du mouvement vibratoire des diapasons qui l'a conduit à la construction d'un instrument très connu aujourd'hui, l'*électrodiapason*.

Dans le même ordre de recherches, M. Mercadier a vérifié, en enregistrant leurs observations, les lois du mouvement des lames élastiques rectangulaires et circulaires, et il a déduit de ces lois une méthode nouvelle pour la détermination des constantes λ et μ de Lamé et du coefficient d'élasticité des métaux, particulièrement de l'acier pur et des aciers au nickel.

Ces dernières recherches conduisirent M. Mercadier à étudier la théorie du téléphone ; il montra par des expériences très variées que les vibrations de la membrane encastrée de cet instrument sont moléculaires et que les vibrations d'ensemble qui peuvent se produire ne constituent que des perturbations et sont précisément la cause de l'altération du timbre et du nasillement dans la production de la voix. D'autre part, quand la membrane circulaire est assez épaisse et qu'au lieu d'être encastrée elle est simplement posée sur trois points de la nodale circulaire caractéristique du son du premier harmonique, alors, sous l'action de courants périodiques de même période traversant l'électro-aimant, la membrane vibre énergiquement; mais, si la période des courants est un peu différente, elle ne vibre plus. M. Mercadier a construit sur ces principes une sorte de téléphone qui ne vibre énergiquement que sous l'action de courants de même période que celle de sa membrane; il a donné à cet instrument le nom de *monotéléphone* : c'est une sorte de résonnateur électromagnétique à vibrations amorties.

En se servant d'appareils de ce genre et en employant des courants alternatifs de faible voltage et de courte période produits par des électrodiapasons, M. Mercadier a démontré que ces courants peuvent se propager sur un conducteur dans les deux sens simultanément et se croiser sans altération, conformément à la théorie des petits mouvements mécaniques. Dès lors, en plaçant à chaque extrémité d'une ligne télégraphique des électrodiapasons de périodes différentes et le même nombre de monotéléphones de même période, on doit pouvoir transmettre et recevoir sur cette ligne, à un moment quelconque, un nombre quelconque de signaux différents, simultanés et indépendants. Tels sont les principes sur lesquels repose la construction de l'appareil télégraphique imaginé par M. Mercadier et appelé par lui *télégraphe multiplex*.

Ce système a été réalisé : il a fonctionné sur des circuits de 500^{km} et 900^{km} à double fil, et même, récemment, avec un seul fil communiquant avec la terre à ses deux extrémités.

Outre ces travaux dont l'importance théorique et pratique est déjà

considérable, on doit encore à M. Mercadier des recherches fort intéressantes sur l'élasticité statique et dynamique des fils métalliques et tout un ensemble de recherches théoriques relatives aux dimensions des grandeurs électriques et magnétiques, aux relations génerales entre les coefficients des lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme, etc., etc.; malgré l'intérêt qu'ils présentent, je ne fais que rappeler ici ces travaux; ceux que je viens de résumer suffiraient seuls, largement, pour justifier l'attribution faite à M. **Mercadier** du Prix Pierson-Périn.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

FONDATION LECONTE (Arrérages).

(Commissaires : MM. Bouchard, Émile Picard, Ph. van Tieghem, Bornet; Darboux, rapporteur.)

La Commission administrative propose de décerner :

Un prix de *deux mille francs* à M. **Ritz**, pour ses travaux de Physique mathématique et de Mécanique;

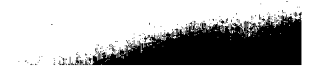
Un prix de *deux mille francs* à M. **Lebeuf**, directeur de l'Observatoire de Besançon, pour ses travaux chronométriques et astronomiques, et en particulier pour sa participation à la publication des Œuvres de Laplace.

Cette proposition est adoptée par l'Académie.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Vaucheret** (**André-Victor-Étienne**), sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.



PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Vaucheret** (**André-Victor-Étienne**) et **Hentschel** (**Albert-Théodore**), entrés les deux premiers en qualité d'Élève-Ingénieur à l'Ecole nationale des Mines, et MM. **Messiah** (**Benjamin**) et **Courtaigne** (**Olivier**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

RAPPORT *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1909 *la répartition des subventions du fonds Bonaparte.*

(Cette Commission, qui comprend le prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se compose cette année de MM. Bouchard, président de l'Académie, Cailletet, Bouquet de la Grye, Darboux, Deslandres, Haller, Delage; Ph. van Tieghem, rapporteur.)

La Commission nommée par l'Académie pour lui faire des propositions de subventions, à attribuer sur le fonds Bonaparte pour 1909, a eu à examiner trente-cinq demandes, relatives aux sujets et aux projets les plus divers. Se conformant aux vues générales adoptées par la Commission de 1908, la première qui ait eu à faire ce travail, vues si nettement formulées dans le Rapport de M. Darboux, et approuvées par l'Académie elle n'a pu en retenir que neuf. Elle vous propose de répartir comme il suit, entre ces neuf subventions, l'annuité disponible de 25000^{fr}.

1° 4000^{fr} à M. **Cayeux**, professeur de Géologie à l'École des Mines, pour lui permettre de se rendre aux États-Unis et d'y poursuivre, sur les gisements les plus anciens de minerais de fer oolithiques, les recherches qu'il a déjà exécutées en France sur des gisements moins anciens et qui lui ont donné, comme on sait, des résultats inattendus. Ces minerais sont, en effet, très fossilifères; ce sont de véritables nids de petits organismes, parfaitement conservés. En Amérique, dans l'Huronien de la région des grands lacs et plus encore aux États-Unis, on les rencontre dans des formations très

anciennes, qui jusqu'à présent n'ont jamais fourni de fossiles. A leur aide, il deviendra donc possible de reculer dans le temps les traces de la vie, bien au delà des limites que les plus récentes découvertes lui assignent aujourd'hui. C'est cet espoir qui donne un grand intérêt aux nouvelles recherches, que M. Cayeux se dispose à entreprendre immédiatement.

2° 4000^{fr} à M. **Chevalier**, docteur ès sciences, lauréat de l'Institut, attaché au Muséum d'Histoire naturelle, explorateur infatigable de l'Afrique tropicale, pour lui permettre d'accroître les moyens d'action de sa mission en augmentant son personnel indigène. On sait que M. Chevalier poursuit méthodiquement depuis 10 ans l'étude de la végétation de nos colonies de l'Afrique tropicale, en étendant ses recherches à la géographie, à l'ethnographie et à la préhistoire. Son voyage actuel est spécialement consacré à l'exploration de la zone intermédiaire entre la forêt vierge tropicale et la région des savanes. Commencé en novembre 1908, continué en février 1909 par l'exploration de la région des sources du Niger, il doit se poursuivre encore pendant 15 mois à travers la Côte d'Ivoire, le Soudan et le Dahomey. Grâce à la subvention de l'Académie, il pourra devenir, pour la Science, encore plus fructueux que les précédents.

3° 4000^{fr} à M. **Pérez**, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Bordeaux, pour lui permettre de publier un important et volumineux Mémoire, accompagné de nombreuses planches en couleurs, intitulé : *Recherches histologiques sur les métamorphoses des Muscides*. Fruit de six années d'un travail assidu, ce Mémoire est très apprécié des zoologistes, qui en estiment la publication un véritable service à rendre à la Science.

4° 3000^{fr} à M. **Houard**, docteur ès sciences, préparateur de Botanique à l'Université de Paris, pour lui permettre de se rendre en Corse, dans l'est de l'Algérie et en Tunisie, afin de recueillir les matériaux d'études nécessaires à ses recherches anatomiques et physiologiques sur les cécidies. Depuis plus de dix ans, M. Houard poursuit, en effet, des recherches relatives aux rapports des plantes et des animaux et plus particulièrement aux galles, nommées aujourd'hui *cécidies*. Il a publié sur les cécidies plusieurs Ouvrages importants et, tout récemment, un Catalogue de toutes les cécidies connues, œuvre considérable en deux gros volumes, que notre confrère, M. Bouvier, a présenté avec éloges à l'Académie et qui rendra de grands services, à la fois aux botanistes et aux zoologistes. La subvention de l'Académie lui permettra de poursuivre ses recherches dans cette direction, de les étendre à la Corse, à l'Algérie et à la Tunisie, et de dresser enfin l'inventaire complet des Insectes cécidogènes de ces trois régions et des cécidies qu'ils engendrent.

5° 2000^{fr} à M. **Berget**, docteur ès sciences, lauréat de l'Institut, chargé des Conférences de Physique terrestre à l'Université de Paris, pour lui permettre de construire un appareil propre à étudier la distribution de l'intensité de la pesanteur, savoir un pendule de longueur constante, oscillant dans le vide à température invariable et à amplitude constante, ce qui supprime toutes les corrections.

6° 2000^{fr} à M. **Bernard**, ingénieur des Arts et Manufactures, attaché à l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon, pour lui permettre de poursuivre l'étude photométrique des variations du rayonnement solaire et de la lumière du ciel aux environs immédiats du Soleil, étude commencée à Meudon dès 1904 et continuée à Burgos en 1905 pendant l'éclipse totale du Soleil. Ces recherches exigent l'emploi de piles thermo-électriques spéciales, des galvanomètres correspondants et d'une lunette astronomique particulière, devant porter l'ensemble des instruments. La subvention accordée pourvoira aux frais d'acquisition de ces appareils.

7° 2000^{fr} à M. **Blaringhem**, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Biologie agricole à l'Université de Paris, pour lui permettre de continuer ses recherches expérimentales sur la variation des espèces. La subvention de 2000^{fr} qui lui a été allouée l'année dernière a été employée à la location, au défrichement et à l'entretien de parcelles de terrain situées à Meudon et à Bourg-la-Reine, à l'achat du matériel nécessaire et à la rétribution des personnes chargées de surveiller les cultures. L'allocation actuelle servira à poursuivre ces expériences, qui sont de longue durée et qui ont déjà donné d'importants résultats.

8° 2000^{fr} à M. **Estanave**, docteur ès sciences, secrétaire de la Société mathématique de France, pour lui permettre de continuer ses recherches sur la projection stéréoscopique à vision directe, sur la stéréoradiographie et sur l'autostéréoscopie. La subvention de 2000^{fr} que l'Académie lui a accordée pour 1908 a servi notamment à obtenir la projection stéréoscopique sur un écran à réseau de format 50×60, la stéréographie sur un réseau de format 13×18 et cette nouvelle plaque photographique, qu'il nomme *l'autostéréoscopique*, qui donne par transparence, en vision directe, la sensation du relief. L'allocation actuelle permettra d'obtenir la projection stéréoscopique sur un écran de 1$^{m^2}$, la stéréoradiographie sur un écran de format 24×30 et l'autostéréoscopie sur papier, c'est-à-dire l'illustration du livre par des figures vues binoculairement en relief : trois perfectionnements de grande importance.

9° 2000^{fr} à M. **Mathias**, professeur de Physique à l'Université de Toulouse, pour lui permettre de poursuivre, au laboratoire cryogène de Leyde

et en collaboration avec son éminent directeur M. Kammerlingh Onnes, des recherches sur le diamètre rectiligne des liquides et sur la loi des états correspondants aux très basses températures. Il y a lieu en effet, actuellement, de faire une exploration systématique de la loi du diamètre rectiligne, en particulier sur les corps tels que l'oxygène, l'azote, l'hydrogène et l'hélium, qui n'existent à l'état liquide qu'au voisinage du zéro absolu. Aussi, déjà de plusieurs côtés, entre-t-on dans cette voie. Très intéressé par les recherches antérieures de M. Mathias sur ce sujet, M. Kammerlingh Onnes lui a proposé de venir collaborer avec lui, dans son laboratoire de Leyde, à l'exécution de ce travail. La subvention de l'Académie permettra à notre compatriote d'accepter cette très flatteuse proposition.

La liste suivante résume ces neuf subventions :

1.	MM. Cayeux	4000
2.	Chevalier	4000
3.	Perez	4000
4.	Hocard	3000
5.	Berget	2000
6.	Bernard	2000
7.	Blaringhem	2000
8.	Estanave	2000
9.	Mathias	2000
	Total	25000

montant de l'annuité mise à la disposition de l'Académie, pour 1909, par la généreuse initiative de notre Confrère.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MÉDAILLE DE L'AÉRONAUTIQUE.

(Commission d'Aéronautique : MM. Bouquet de la Grye, président; Ph. van Tieghem, Maurice Levy, Darboux, Cailletet, Deprez, Bouchard, Émile Picard, Léauté, Appell, Violle, Painlevé, Prince Roland Bonaparte; Deslandres, secrétaire; M. Émile Picard, rapporteur.)

Dans sa séance extraordinaire du 16 juin dernier, l'Institut décernait le prix Osiris. Devant limiter son choix à des Français, la Commission du prix

avait proposé de couronner l'Aviation française pour ses brillants succès remportés en 1908, et le prix fut donné aux deux constructeurs français d'aéroplanes ayant réalisé des appareils capables de quitter les champs de manœuvres et d'effectuer de véritables voyages aériens en pleine campagne.

L'Académie des Sciences, à diverses reprises, a montré tout l'intérêt qu'elle prend aux études sur la navigation aérienne. Elle tient aujourd'hui à donner une nouvelle preuve de son estime à ceux qui se consacrent à la conquête de l'air. Aussi, usant de la liberté que lui laisse le legs Petit d'Ormoy, elle a décidé de ne pas donner cette année les prix de cette fondation sous leur forme habituelle et de faire frapper une médaille commémorative des triomphes de l'Aéronautique; elle a chargé sa Commission spéciale de lui faire des propositions pour la liste de ceux à qui cette médaille serait décernée.

N'étant retenue par aucune condition, votre Commission a recherché, à l'Étranger comme en France, ceux qui, à des titres divers, ont apporté leur pierre à l'œuvre prodigieuse dont le retentissement a été si grand. Nous n'avons marqué aucune préférence pour le plus lourd ou le plus léger que l'air. On trouvera sur notre liste des théoriciens de la navigation aérienne, des ingénieurs civils et militaires habiles constructeurs de ballons et d'aéroplanes de types variés ; on y trouvera aussi des représentants des applications scientifiques de l'Aéronautique, et de hardis pilotes possédant à fond, suivant un mot célèbre, leur métier d'oiseau, sans l'énergie et le courage desquels les succès définitifs n'auraient pu être obtenus.

Nous déposons des couronnes sur deux tombes. Notre liste contient le nom du colonel Renard, digne continuateur du général Meusnier et de Dupuy de Lôme, dont les vues géniales ont éclairci les questions les plus difficiles de la navigation des ballons dirigeables. Nous apportons aussi un dernier hommage au capitaine Ferber, mort récemment victime de son dévouement à l'Aéronautique, qui fut en France un des premiers croyants en l'avenir des aéroplanes, et dont les travaux théoriques et expérimentaux resteront dans l'histoire de l'Aviation.

La Commission propose de décerner une *médaille d'or* à :

MM. **Louis Blériot**, commandant **Bouttieaux**, capitaine **Crocco**, **Henri Farman**, capitaine **Ferber**, **Henri Julliot**, comte **Charles de Lambert**, **Hubert Latham**, **Léon Levavasseur**, colonel **Charles Renard** et commandant **Paul Renard** (1 médaille), **Alberto Santos-Dumont**, **Rodolphe**

Soreau, **Edouard Surcouf** et **Henry Kapferer** (1 médaille), **Léon Teisserenc de Bort**, comte **Henry de La Vaulx**, **Gabriel Voisin**, commandant **Jules Voyer**, **Orville Wright**, **Wilbur Wright**, comte **de Zeppelin**.

Et une *médaille de vermeil* à :

MM. **Gustave Hermite** et **Georges Besançon**, **Louis Breguet**, **Léon Delagrange**, **Robert Esnault-Pelterie**, **L. Marchis**, **Louis Paulhan**, **Henri Rougier**, **Victor Tatin**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1911, 1912, 1913, 1914, 1915 ET 1916. (*)

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures ou appliquées.*

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie des systèmes triples de surfaces orthogonales.

(*) Les concours de 1910 étant clos le 31 décembre 1909, la liste des prix proposés pour 1910, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

L'Académie désire des méthodes permettant d'ajouter à la liste des systèmes triples déjà connus. Elle attacherait un prix particulier à la découverte des systèmes triples algébriques les plus simples.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1912, la question suivante :

Perfectionner la théorie des équations différentielles algébriques du second ou du troisième ordre, dont l'intégrale générale est uniforme.

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser *alternativement* l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1912 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures*.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX PONCELET (2000fr).

Prix *annuel* décerné *alternativement* à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* p. 1298).

Le prix Poncelet sera décerné en 1911 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées*.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

(1° Prix de 1909 prorogé à 1911.)

L'Académie avait mis au concours pour l'année 1909 la question suivante :

Perfectionner en un point important l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

Le prix n'a pas été décerné.

L'Académie a décidé de maintenir la question au concours et de proroger le prix de 1909 à l'année 1911.

(2° Question de prix pour l'année 1911.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Perfectionner en quelque point l'étude du mouvement d'un ellipsoïde dans un liquide indéfini, en ayant égard à la viscosité du liquide.

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1912, la question suivante :

Théorie et expériences sur la résistance de l'air, applicables à l'aviation.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.*

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, *à titre d'encouragement* à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau, s'il y a lieu, en 1912.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique celeste*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1911.

PRIX DAMOISEAU (2000fr).

Prix triennal à sujet variable.

(1° Prix de 1908 prorogé une première fois à 1909 et prorogé de nouveau à 1911.

L'Académie avait mis au concours, pour l'année 1908, la question suivante :

Théorie de la planète Éros basée sur toutes les observations connues.

Aucun Mémoire n'étant parvenu à l'Académie, le concours fut prorogé à l'année 1909. Le prix n'ayant pas été décerné en 1909, la question est maintenue au concours et le prix est prorogé à 1911.

(2° Question de prix pour l'année 1911.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

« Perfectionner les *Tables de Jupiter* de Le Verrier ».

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1912.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000fr).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1911.)

Étudier au point de vue géologique une de nos colonies africaines (Algérie et Tunisie exceptées).

(Question posée pour l'année 1912.)

Étude des marées de l'écorce terrestre.



PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation,* sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1912 « *au voyageur français* » *ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France* » *ou à la Science* ».

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel,* dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1911.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* (1) sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, à l'auteur,

(1) Le cycle biennal ramenait le prix en 1911, une mesure administrative l'a prorogé à 1912.

français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1317, les conditions générales.)

Le prix Victor Raulin, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Météorologie et Physique du globe*.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens

qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre.*

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* [1] sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *biennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

---

(1) Le cycle biennal ramenait le prix en 1911, une mesure administrative l'a prorogé à 1912.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE (1400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, s'il y a lieu, en 1911, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000fr).

Ce nouveau prix *biennal*, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de *Travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats*, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1911 (1).

PRIX FONTANNES (2000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1911.

(1) Une somme supplémentaire de mille francs, une fois donnée par les fondateurs, a permis à l'Académie de décerner le prix pour la première fois en 1909, année de la fondation.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1317, les conditions générales.)

Le prix, qui sera décerné s'il y a lieu en 1911, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Géologie et Paléontologie*.

Le prix, qui sera décerné s'il y a lieu en 1912, a pour but de faciliter la publication des travaux relatifs à la *Minéralogie et Pétrographie*.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900fr).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000fr, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

PRIX THORE (200fr).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1911, au meilleur travail sur les *Cryptogames cellulaires d'Europe*.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, « au meilleur *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord*, *du Pas-de-Calais*, *des Ardennes*, » *de la Somme*, *de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce prix *décennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France*.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Étude morphogénique des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *biennal,* attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur *la Paléontologie zoologique*, *l'Anatomie comparée* ou *la Zoologie*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1911.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal,* attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1309.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale*, *médicale*, *pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100 000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres, ou ce qui les occasionne.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.*

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.*

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui » auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la » santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner » en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui » ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti- » quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1911.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1915, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale.*

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX L. LA CAZE (10 000fr).

Ce prix *biennal* (1) sera décerné, s'il y a lieu, en 1912, *à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie*. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1909, prorogée à 1911.)

De l'origine des antiferments.

(Question proposée pour l'année 1911.)

Influence des éléments minéraux et en particulier du calcium sur l'activité des diastases digestives.

(Question proposée pour l'année 1912.)

Apporter des documents nouveaux sur l'utilisation et l'assimilation des albuminoïdes de la ration alimentaire.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Un prix de 1000fr et une mention de 500fr.)

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement,

(1) Le cycle biennal ramenait le prix en 1911, une mesure administrative l'a prorogé à 1912.

contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'Histoire des Sciences.*

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel,* fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs,* deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX LONCHAMPT (4000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est attribué *alternativement* à des travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques et à des travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

Le prix Saintour sera décerné, s'il y a lieu, en 1911, à l'auteur de travaux se rapportant à la Division des Sciences mathématiques.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie ;* 2° *Minéralogie et Pétrographie ;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manus- » crit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

Conformément aux conditions de la donation, le cycle variable suivant a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs du prix pendant la première période de huit années :

Attribution du prix à la *Géologie et Paléontologie*, en 1908, 1911, 1913, 1915.

Attribution du prix à la *Minéralogie et Pétrographie*, en 1909, 1912.

Attribution du prix à la *Météorologie et Physique du Globe*, en 1910, 1914.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500^{fr}).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les n°s 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte dans le domaine de la Mécanique ou de la Physique, sera décerné, s'il y a lieu, en 1911.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal « destine à récompenser des travaux sur l'Embryologie » générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* » sera décerné en 1911 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi- » nale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud en 1911.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, en 1911.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000^{fr}).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.* Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1911.

PRIX BORDIN (3000^{fr}).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1912, la question suivante :

Recherches sur le déterminisme de la sexualité chez les êtres vivants.

PRIX HOULLEVIGUE (5000^{fr}).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, s'il y a lieu, en 1912, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000^{fr}).

Ce prix *biennal,* fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîne un progrès dans l'art de construire.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1912.

PRIX JÉROME PONTI (3500^{fr}).

Ce prix *biennal* sera décerné, en 1912, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.*

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses propres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix;

« Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un travail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1913 [1], *à un travail sur le dernier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;*

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1913.

[1] Le cycle triennal ramenait le prix en 1912, une mesure administrative l'a prorogé à 1913.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie.*

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1913.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1914.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les Œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au Concours.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

Ce prix *quinquennal*, à sujet variable, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915. La question à traiter sera donnée ultérieurement par l'Académie.

FONDS BONAPARTE.

Le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 29 février 1908, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 2 mars, a déclaré vouloir

mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, quatre annuités de vingt-cinq mille francs.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution des deux premières annuités a déjà été faite par l'Académie sur les rapports d'une Commission spéciale, insérés aux *Comptes rendus* des Séances de l'Académie des Sciences à la date des 29 juin 1908 et 28 juin 1909, rapports auxquels les concurrents sont invités à se reporter et où ils trouveront des indications pour la rédaction, l'exposé et la date de leur demande.

L'attribution des deux annuités suivantes sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport de la Commission, et aura lieu aux dates suivantes :

15 juillet 1910,
15 juillet 1911.

Aucune subvention ne devra être inférieure à deux mille francs.

Conformément aux dispositions arrêtées dans le Comité secret du 2 mars 1908, les personnes qui désireraient recevoir une part de ces subventions devront se conformer aux conditions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, **chaque année, avant le 1er janvier.**

Ces demandes devront contenir un **exposé précis** *des travaux pour lesquels la subvention est demandée et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser.*

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un rapport succinct, relatif à la manière dont ils auront employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils auront obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements* ou des *mentions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. **Gaston Darboux**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur le général **Meusnier**, Membre de l'ancienne Académie des Sciences.

G. D. et Ph. v. T.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 20 DÉCEMBRE 1909.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1909.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1911, 1912, 1913, 1914, 1915 *et* 1916.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1911, 1912, 1913, 1914, 1915 ET 1916.

1911

GÉOMÉTRIE.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Bordin. — L'Académie met au concours, pour l'année 1911, la question suivante :

Perfectionner en un point important la théorie des systèmes triples de surfaces orthogonales.

L'Académie désire des méthodes permettant d'ajouter à la liste des systèmes triples déjà connus. Elle attacherait un prix particulier à la découverte des systèmes triples algébriques les plus simples.

MÉCANIQUE.

Prix Montyon.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

Prix Vaillant (Prix de 1909 prorogé). — *Perfectionner en un point important l'application des principes de la Dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.*

Prix Vaillant. — *Perfectionner, en quelque point, l'étude du mouvement d'un ellipsoïde dans un liquide indéfini, en ayant égard à la viscosité du liquide.*

NAVIGATION.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Prix Lalande.

Prix Valz.

Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

Prix Damoiseau (Prix de 1908 prorogé à 1909 et prorogé de nouveau à 1911). — *Théorie de la planète d'Éros, basées sur toutes les observations connues,*

Prix Damoiseau. — *Perfectionner les Tables de Jupiter de Le Verrier.*

GÉOGRAPHIE.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Prix Gay. — *Étudier au point de vue géologique une de nos colonies africaines (Algérie et Tunisie exceptées).*

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

Prix Hughes. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

CHIMIE.

Prix Jecker. — Chimie organique.
Prix Cahours.
Prix Montyon. — Arts insalubres.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

Prix Joseph Labbé. — Décerné à l'auteur de travaux géologiques ou de recherches ayant contribué à la mise en valeur des richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats.

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Prix Victor Raulin. — Géologie et Paléontologie.

BOTANIQUE.

Priz Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs.

Prix de Coincy. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.

Prix Thore (Botanique). — Décerné à l'auteur de travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Savigny, fondé par M[lle] Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

Grand prix des Sciences physiques. — *Étude morphogénique des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés.*

Prix Cuvier. — Destiné à récompenser l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Bellion, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Pourat. (Prix de 1909 prorogé à 1911). — *De l'origine des antiferments.*

Prix Pourat. — *Influence des éléments minéraux et en particulier du calcium sur l'activité des diastases digestives.*

STATISTIQUE.

Prix Montyon.
Prix Binoux. — Histoire des Sciences.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Lavoisier. — Cette médaille sera dé-

cernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

MÉDAILLE BERTHELOT. — Attribuée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX LANNELONGUE. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX H. WILDE.

PRIX LONCHAMPT.

PRIX SAINTOUR. — Travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques.

PRIX VICTOR RAULIN.

PRIX LAPLACE. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX RIVOT. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX PIERSON-PERRIN. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

PRIX SERRES. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

PRIX PETIT D'ORMOY. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

PRIX DU BARON DE JOEST. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

1912

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — *Perfectionner la théorie des équations différentielles algébriques de second ou de troisième ordre dont l'intégrale générale est uniforme.*

PRIX PONCELET. — Ce prix alternatif sera attribué à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

PRIX FOURNEYRON. — *Théorie et expériences sur la résistance de l'air, applicables à l'aviation.*

PRIX BOILEAU. — Hydraulique.

PRIX JANSSEN. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

PRIX GAY. — *Étude des marées de l'écorce terrestre.*

PRIX BINOUX. — Géographie et Navigation.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

PRIX L. LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie.

PRIX BERTHELOT. — Attribué à des travaux de Synthèse chimique.

PRIX VICTOR RAULIN. — Minéralogie et Pétrographie.

PRIX DA GAMA MACHADO. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

PRIX THORE. — Décerné au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

PRIX POURAT. — *Apporter des documents nouveaux sur l'utilisation et l'assimilation des albuminoïdes de la ration alimentaire.*

PRIX MARTIN-DAMOURETTE. — Physiologie thérapeutique.

PRIX LA CAZE. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

PRIX BORDIN. (Sciences physiques). — *Recherche sur le déterminisme de la sexualité chez les êtres vivants.*

PRIX HOULLEVIGUE.

PRIX CAMÉRÉ.

PRIX JÉRÔME PONTI.

PRIX SAINTOUR. — Travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

1913

PRIX KASTNER-BOURSAULT. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

PRIX LECONTE. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

PRIX ESTRADE-DELCROS.

PRIX PARKIN. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

1914

PRIX J.-J. BERGER. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

1915

PRIX DUSGATE. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PRIX ALHUMBERT.

1916.

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

FONDS BONAPARTE.

Le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 29 février 1908, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 2 mars, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, quatre annuités de vingt-cinq mille francs.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution des deux premières annuités a déjà été faite par l'Académie sur les rapports d'une Commission spéciale, insérés aux *Comptes rendus* des Séances de l'Académie des Sciences à la date du 29 juin 1908 et du 28 juin 1909, rapports auxquels les concurrents sont invités à se reporter et où ils trouveront des indications pour la rédaction, l'exposé et la date de leur demande.

L'attribution des deux annuités suivantes sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport de la Commission, et aura lieu aux dates suivantes :

15 juillet 1910,
15 juillet 1911.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 DÉCEMBRE 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Je me félicitais, il y a 8 jours, de n'avoir pas eu à déplorer, pendant toute une année, la perte d'un seul de nos confrères. Cette année se termine par un double deuil.

Nous avons rendu les derniers devoirs à notre confrère si aimé Bouquet de la Grye. Nous n'avons pas pu dire devant sa dépouille les sentiments de l'Académie. Sa volonté s'y opposait.

Notre confrère, M. Hatt, qui vivait dans son intimité, m'a adressé, sur la vie de cet homme si dévoué à l'Académie, une Note qu'il destinait à celui d'entre nous qui parlerait au nom de tous les confrères. Je crois bien faire en donnant lecture de cette Note de M. Hatt :

Admis à l'École Polytechnique en 1847, M. Bouquet de la Grye en est sorti 2 ans après dans le corps des Ingénieurs hydrographes. Il avait 27 ans à peine quand il fut envoyé en mission en Nouvelle-Calédonie pour la reconnaissance de l'île récemment annexée et presque inconnue à cette époque. Par suite du naufrage de l'*Aventure* sur laquelle il était embarqué, il n'eut comme moyens de travail que ses instruments et une simple embarcation montée par dix hommes.

C'est dans ces conditions primitives qu'il dut opérer pendant 3 années, poursuivant, avec la rare énergie qui formait la caractéristique de son tempérament, les levés de côtes au milieu de l'hostilité des indigènes, sans abri assuré pour la nuit et souvent sans les ressources les plus indispensables.

A son retour en France, il eut une nouvelle occasion de faire la preuve de

sa maîtrise par la reconnaissance du plateau de Rochebonne situé hors de vue des côtes, opération difficile qu'il réussit quand d'autres, bien qualifiés cependant, y avaient échoué.

Ses travaux en Égypte et ceux qu'il poursuivit pendant 4 années sur les côtes de France, pour la revision des levés de Beautemps-Beaupré, avaient achevé d'établir sa renommée au point de vue technique. Il devait acquérir une compétence égale, universellement reconnue, dans les études difficiles qu'il entreprit sur le régime des côtes.

Son opinion faisait autorité dans les Commissions nautiques appelées à se prononcer sur les travaux maritimes. Il a sauvé de la destruction la plage de Saint-Jean-de-Luz en recommandant de surélever le récif Artha; il a doté la France d'un grand port par le projet qui transportait celui de la Rochelle au Pertuis Breton.

L'Académie lui confia l'une des missions du premier passage de Vénus en l'envoyant observer le phénomène à l'île Campbell au sud de la Nouvelle-Zélande, terre ingrate et désolée où les intempéries règnent en permanence. Ce morne séjour ajoutait sa tristesse à celle dont l'âme de notre confrère était envahie à la suite de la perte irréparable d'un fils unique, survenue à moins d'un an de distance.

Il ne perdit pas courage, cependant, même devant la perspective presque certaine d'un échec de sa principale mission et sut réunir assez d'observations de toutes sortes concernant la Physique du globe pour que le séjour dans ces mers lointaines enrichît la Science.

Le deuxième passage de Vénus, pour l'observation duquel il fut envoyé au Mexique, lui fournit l'occasion d'une brillante revanche.

C'est un an après son retour que l'Académie lui ouvrit ses portes en l'appelant à succéder à Yvon-Villarceau; il y a tenu dignement sa place. Par son assiduité et les services rendus à la Science, il acquit rapidement une haute autorité parmi ses confrères. On doit citer parmi ses travaux les mesures qu'il entreprit et sut mener à bonne fin des plaques photographiques rapportées par les diverses missions françaises du passage de Vénus de 1882. Les résultats de cet immense labeur ont pu être publiés il y a quelques années.

L'activité professionnelle de notre regretté confrère ne s'était pas ralentie après son entrée à l'Académie et au Bureau des Longitudes; en 1885, à l'âge de 58 ans, il partait pour une mission astronomique entreprise en vue d'observer des longitudes entre le Sénégal, les Canaries et Lisbonne. A ces observations principales il sut joindre une exploration de Ténériffe où il fit

l'ascension du pic, pour des mesures d'intensité de la pesanteur. De notre colonie africaine il rapporta un projet d'endiguement de l'embouchure du Sénégal, conçu en vue de supprimer la barre de ce fleuve.

De 1886 à 1891 il dirigea le Service hydrographique, dont il réorganisa toutes les branches.

Nous savons tous que, depuis plus de 15 ans, il a poursuivi avec son énergie et sa ténacité habituelles la réalisation du projet de faire de Paris un port de mer. Il ne s'est jamais lassé de lutter contre l'opposition qu'il a rencontrée, multipliant les démarches auprès des Pouvoirs publics. Il n'a pu, hélas! assister au triomphe de son projet, qui est certain dans l'avenir, et nous avons eu la douleur de le voir user ses forces et sa santé pour le soutenir.

M. Bouquet de la Grye était un noble cœur dans toute la force du terme, un ami sûr, et sa bienveillance n'avait pas de limites.

C'était un croyant, en même temps qu'un stoïque; il n'a jamais eu peur de la mort, ayant toujours fait son devoir.

L'Académie perd en lui un de ses anciens présidents et l'un de ses plus dignes représentants.

Au moment où nous entrions en séance, j'ai appris la mort de notre correspondant M. Lortet. Il était mon ami depuis plus de 50 ans. Il a été professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, il a été professeur et doyen de la Faculté de Médecine de Lyon. Il est connu par ses travaux de Zoologie, d'Anthropologie; par ses recherches sur les cadavres momifiés humains ou animaux dont il a fait l'étude pendant les nombreux séjours que sa santé l'a obligé de faire dans la Haute-Égypte. Il emporte avec lui la sympathie émue des membres de notre Compagnie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de développements en séries de fonctions fondamentales se rattachant à certaines équations fonctionnelles.* Note de M. **Émile Picard**.

1. On sait que de nombreux travaux ont été publiés dans ces dernières années sur les développements en séries des fonctions de variables réelles. Parmi les résultats de ces travaux, un des plus remarquables est un théorème donné par M. Schmidt (*Math. Annalen*, t. LXIII) sur le développement en

séries des fonctions $f(x)$ susceptibles de se mettre sous la forme

$$f(x)=\int_a^b K(x,y)\,F(y)\,dy. \tag{1}$$

M. Schmidt commence par envisager le système des deux équations fonctionnelles

$$\left\{\begin{aligned} \varphi(x) &= \lambda\int_a^b K(x,y)\,\psi(y)\,dy, \\ \psi(x) &= \lambda\int_a^b K(y,x)\,\varphi(y)\,dy. \end{aligned}\right. \tag{2}$$

Sauf un cas particulier facile à caractériser, il existe une infinité de valeurs réelles de λ (qu'on peut supposer positives), pour lesquelles ces équations sont satisfaites autrement que pour $\varphi=\psi=0$.

Soient, rangées par ordre de grandeur croissante,

$$\lambda_1,\quad \lambda_2,\quad \ldots,\quad \lambda_n,\quad \ldots$$

ces valeurs de λ, et les valeurs correspondantes des φ et des ψ

$$\begin{array}{lllll} \varphi_1, & \varphi_2, & \ldots, & \varphi_n, & \ldots, \\ \psi_1, & \psi_2, & \ldots, & \psi_n, & \ldots, \end{array}$$

les fonctions φ et ψ formant un système orthogonal et normal. M. Schmidt établit que toute fonction f susceptible de la forme (1) *est susceptible du développement en série*

$$f(x)=a_1\,\varphi_1(x)+\ldots+a_n\,\varphi_n(x)+\ldots,$$

les a étant des constantes. Pour simplifier, nous supposons d'abord que le *noyau* $K(x, y)$ soit en général continu, pouvant avoir seulement des sauts brusques finis le long d'un nombre fini de courbes (relations entre x et y).

2. Ce très intéressant résultat sera malheureusement d'une application assez difficile, car il ramène la question du développement à un problème au moins aussi difficile, je veux dire la résolution de l'équation intégrale (1) *de première espèce*, où $K(x, y)$ et $f(x)$ sont des données, l'inconnue étant $F(y)$. J'ai donné récemment [1] un théorème général sur les équations intégrales de première espèce, mais, tout en étant théoriquement très satisfaisante,

[1] *Comptes rendus*, 14 juin et 28 juin 1909 et *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, t. XXIX, 1910.

cette proposition peut n'être pas d'un emploi très pratique. Je veux indiquer ici un cas extrêmement simple où le théorème de M. Schmidt s'appliquera sans aucune peine.

Soit $H(x, y)$ une fonction donnée de x et y, et prenons la fonction $K(x, y)$ définie par les conditions

$$K(x, y) = H(x, y) \qquad (\text{pour } y \leqq x),$$
$$K(x, y) = 0 \qquad (\text{pour } y > x),$$

les variables x et y varient dans l'intervalle (a, b).

L'équation (1) devient ici

$$f(x) = \int_a^x H(x, y) F(y)\, dy, \tag{3}$$

et le système des équations (2) peut s'écrire

$$\left\{ \begin{aligned} \varphi(x) &= \lambda \int_a^x H(x, y) \psi(y)\, dy, \\ \psi(x) &= \lambda \int_x^b H(y, x) \varphi(y)\, dy. \end{aligned} \right. \tag{4}$$

Or l'équation (3) est une équation du type d'Abel et de M. Volterra, c'est-à-dire une équation intégrale qu'on discute aujourd'hui facilement, au moins si certaines conditions particulières ne se présentent pas pour $H(x, y)$.

3. Pour prendre le cas le plus simple, supposons que $H(x, y)$ soit continue et que

$$H(x, x)$$

ne s'annule pas dans l'intervalle (a, b). On sait alors que, si la fonction continue $f(x)$ s'annule pour $x = a$ et a une dérivée $f'(x)$, on pourra trouver une fonction F satisfaisant à (3).

Nous voyons donc que, sous les conditions précédentes, *une fonction quelconque $f(x)$ sera développable dans l'intervalle (a, b) suivant les fonctions $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n \ldots$ résultant de la considération du système* (4).

Le cas où $H(x, x)$ s'annule dans (a, b) est beaucoup plus difficile, comme l'ont montré les belles recherches de M. Volterra relatives à l'équation (3).

Le noyau $H(x, y)$ pourrait aussi n'être pas continu; ainsi, pour ne citer qu'un cas, prenons

$$H(x, y) = \frac{G(x, y)}{(y - x)^n} \qquad (0 < n < 1),$$

la fonction $G(x, x)$ ne s'annulant pas dans l'intervalle (a, b). On aura un

théorème analogue à celui qui a été énoncé plus haut, et l'on pourra même supposer que la fonction à développer ne s'annule pas en a.

4. En particularisant $H(x, y)$, on rencontrerait aisément des exemples connus. Qu'il nous suffise de prendre comme exemple

$$H(x, y) = g(y).$$

Les développements se rattachent alors à l'équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2 u}{dx^2} + \lambda^2 g^2(x) u = 0,$$

pour des solutions satisfaisant en a et b à certaines conditions.

M. Laveran s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un Rapport *Sur quelques questions intéressant l'hygiène de la Boulangerie et en particulier sur les avantages du pétrissage mécanique*, Rapport que j'ai présenté récemment, sur la demande de M. le Préfet de Police, au Conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Seine.

Dans la première partie, je m'occupe de l'hygiène des fournils, spécialement au point de vue de la prophylaxie de la tuberculose; dans la deuxième partie, j'expose les avantages que le pétrissage mécanique du pain présente sur l'antique procédé du pétrissage à bras.

Dans un Rapport sur un pétrin mécanique, lu à l'Académie des Sciences dans la séance du 28 juin 1852, Payen écrivait :

« Un jour viendra sans doute où nos descendants qui liront la technologie du XIXe siècle, se demanderont si réellement à cette époque de progrès industriel on préparait le premier de nos aliments par le travail grossier dont nous sommes témoins, en plongeant les bras dans la pâte, la soulevant et la rejetant avec des efforts tels qu'ils épuisent l'énergie des gindres demi-nus et font ruisseler la sueur dans la substance alimentaire....

» Espérons que le temps est peu éloigné où les nombreux essais entrepris depuis plus de 60 ans se résumeront en un procédé pratique qui améliorera définitivement l'état de choses dans toutes les boulangeries. »

Près de 60 ans se sont écoulés depuis que Payen formulait ce vœu, et le pétrissage à bras est encore en honneur dans la plupart des boulangeries;

je montre toutefois, dans mon Rapport, que le pétrissage mécanique a fait, depuis quelques années, de tels progrès, que les temps prédits par Payen ne semblent plus très éloignés; j'indique quelques mesures propres à hâter l'adoption par les boulangers des pétrins mécaniques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates de rubidine et de cœsine.* Note de M. DE FORCRAND.

J'avais indiqué, il y a 3 ans [1], que les dissolutions concentrées de rubidine et de cæsine laissent déposer à froid, par évaporation, des cristaux vraisemblablement formés par des hydrates secondaires très fusibles, analogues aux nombreux composés de ce genre qui ont été décrits pour la potasse.

J'ai repris ces expériences, pensant que dans une série de composés aussi voisins que : KOH, RbOH et CsOH, les moindres différences seraient utiles à noter.

1° *Rubidine.* — J'ai déjà fait connaître le premier hydrate secondaire $RbOH + H^2O$ (analogue à $KOH + H^2O$). C'est lui qui constitue les baguettes de rubidine pure du commerce. Il fond à $+ 145°$ (tandis que $KOH + H^2O$ fond à $+ 143°$). On l'obtient toutes les fois qu'on chauffe une dissolution de rubidine au-dessus de 100° et qu'on s'arrête au moment où la masse entre en *fusion tranquille,* phénomène qui se produit justement à 145°; il persiste jusqu'à $+ 315°$, température à laquelle une nouvelle effervescence se produit, avec passage à l'état de RbOH.

Mais si, au lieu de la chauffer, on la laisse évaporer à froid (sous cloche sulfurique et à l'abri de CO^2) une dissolution concentrée de rubidine, vers $+ 15°$, elle donne peu à peu des cristaux plus hydratés dont l'aspect est différent de celui du premier hydrate. Après dessiccation sur des plaques poreuses, l'analyse de ces cristaux donne $RbOH + 2,10H^2O$. C'est très certainement un hydrate à $2H^2O$ retenant quelques traces d'eau mère.

Son point de fusion est de $+ 45°$ à $+ 46°$, tandis que l'hydrate de potasse $KOH + 2H^2O$ fond à $+ 35°,5$, d'après Mac Gregor.

Sa chaleur de dissolution (correction faite de l'eau mère retenue) est négative : $- 0^{Cal},646$ à $+ 15°$ pour RbOH dans 2^l.

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 1252.

En comparant ce nombre à ceux que donnent $RbOH + H^2O$ et $RbOH$, soit : $+ 3^{Cal},702$ et $+ 14^{Cal},264$, on trouve :

Pour l'addition à		Cal
RbOH	de H^2O liq.............	+10,562
	de H^2O sol.............	+ 9,132
RbOH, H^2O	de H^2O liq.............	+ 4,348
	de H^2O sol.............	+ 2,918

tandis que KOH et KOH, H^2O donneraient

$$+ 9^{Cal},45 \quad \text{et} \quad + 8^{Cal},02$$

et

$$+ 3^{Cal},04 \quad \text{et} \quad + 1^{Cal},61$$

pour les réactions correspondantes.

Il y a donc analogie complète, mais avec une affinité toujours plus grande pour l'eau avec la rubidine, qui est par suite un déshydratant plus efficace que la potasse, soit à l'état de Rb OH, soit sous la forme Rb OH, H^2O.

Mais lorsque ces deux bases, l'une comme l'autre, arrivent à l'état de bihydrate solide, elles n'ont plus d'affinité pour l'eau, et leur chaleur de dissolution devient nulle ou négative.

Le nombre $+ 2^{Cal},918$, qui mesure l'affinité de la seconde molécule d'eau pour le monohydrate de rubidine est faible, et ne laisse guère espérer qu'on puisse isoler une combinaison plus hydratée $RbOH + nH^2O\,(n > 2)$. En fait, je n'ai pas réussi à en obtenir par les nombreux moyens indiqués pour préparer les nombreux hydrates très hydratés de KOH qui ont été décrits. Bien plus je serais porté à croire que plusieurs de ces hydrates de potasse ne sont que des cristaux du bihydrate retenant plus ou moins d'eau mère. En effet, si le nombre + 2,918 est déjà faible, la valeur + 1,61 fournie par le bihydrate de potasse l'est davantage encore. Les expériences qui suivent sur la cæsine m'ont confirmé dans cette opinion.

2° *Cæsine.* — J'ai indiqué déjà que les baguettes de cæsine pure du commerce sont formées par un premier hydrate secondaire $CsOH + H^2O$, fondant à 180°, qui ne perd de l'eau qu'à + 400° pour donner la cæsine CsOH. On le prépare aisément en chauffant rapidement les dissolutions concentrées au-dessus de 100°, et s'arrêtant à la *fusion tranquille*, qui se produit justement à 180°.

Ceci indique déjà que la stabilité de cet hydrate est plus grande que celle

des hydrates $KOH + H^2O$ et $RbOH + H^2O$, et la différence se précise par les équations suivantes :

$$CsOH \text{ sol.} + H^2O \text{ liq.} = CsOH, H^2O \text{ sol.} + 12^{Cal},106$$
$$CsOH \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = CsOH, H^2O \text{ sol.} + 10^{Cal},676$$

nombres plus élevés que ceux fournis

Par la potasse............	+ 9,45 et +8,02
Et par la rubidine.........	+10,562 et +9,132

Je pensais donc obtenir plus facilement encore qu'avec la potasse ou la rubidine, un hydrate tel que $CsOH + 2H^2O$, et peut-être même des composés plus hydratés.

D'après les analogies, des dissolutions suffisamment concentrées devaient laisser déposer un bihydrate fondant vers $+55°$ ou $+60°$, formé à partir du monohydrate solide et de l'eau solide avec un dégagement de chaleur voisin de $+4^{Cal},5$, et ayant une chaleur de dissolution d'environ $-1^{Cal},5$.

J'ai souvent cherché à isoler ce composé, mais sans succès. Si l'on part d'une dissolution de cæsine d'une concentration un peu inférieure à $CsOH + 2,25H^2O$, on obtient, par évaporation à froid, un liquide très visqueux, qui ne cristallise ni spontanément ni par l'introduction d'un cristal de $RbOH + 2H^2O$, même si l'on opère vers 0°, et même au bout de plusieurs semaines.

Si l'on part de la dissolution saturée, faite à chaud, dont la composition est $CsCH + 2,16H^2O$, on peut obtenir par refroidissement et évaporation à froid quelques cristaux en lamelles, comme ceux que j'avais signalées en 1906, mais ils sont formés par le monohydrate retenant toujours un peu de la dissolution saturée. On s'en assure en mesurant leur chaleur de dissolution.

Ce sont encore les mêmes cristaux, formés par le monohydrate, qu'on obtient en partant d'une composition voisine de $CsOH + 6H^2O$ pour la dissolution initiale. L'évaporation est très lente et les cristaux, essorés sur des plaques poreuses à l'abri de l'air, contiennent $CsOH + 1,3H^2O$ environ; ils fondent à 180° et leur chaleur de dissolution est de $+4^{Cal},3$, comme celle de l'hydrate à $1H^2O$.

Toutes les tentatives faites pour isoler un dihydrate de cæsine ont donc échoué. A ce point de vue cette base s'écarte de la potasse et de la rubidine.

3° *Dissolutions saturées des bases alcalines.* — A + 15° les dissolutions

saturées des bases alcalines contiennent :

	Pour 100.		
NaOH.......	46,36	soit	$NaOH + 2,57H^2O$
KOH........	50,48	»	$KOH + 3,06H^2O$
RbOH.......	64,17	»	$RbOH + 3,18H^2O$
CsOH.......	79,41	»	$CsOH + 2,16H^2O$

Leurs chaleurs de dissolution, toujours à + 15°, sont :

	Cal
NaOH..................................	+3,69
KOH..................................	+2,41
RbOH..................................	+2,60
CsOH..................................	+3,08

On remarquera jusqu'à quel point se poursuivent les analogies entre la potasse et la rubidine.

Au contraire, le caractère un peu exceptionnel de la cæsine et surtout l'allure tout à fait spéciale de la soude se révèlent à chaque instant.

M. G.-V. Schiaparelli fait hommage à l'Académie de deux Volumes intitulés : *Misure di stelle doppie exeguite nel reale Osservatorio di Brera in Milano* (1875-1885 et 1886-1900).

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1910.

M. Armand Gautier réunit l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission administrative pour l'année 1910.

MM. Maurice Levy et Bornet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

mission chargée de présenter des listes de candidats à trois places d'Associé étranger.

Cette Commission, qui doit comprendre trois Membres de la Division des Sciences mathématiques et trois Membres de la Division des Sciences physiques, se réunira sous la présidence de M. le Président de l'Académie.

MM. **Darboux**, **Lippmann**, **Poincaré**; **Ph. van Tieghem**, **Bouchard**, **Armand Gautier** réunissent la majorité des suffrages.

NOMINATIONS.

M. le **Secrétaire du Comité** qui s'est formé dans le but d'élever un monument à de Romas dans sa ville natale, à Nérac, demande à l'Académie de vouloir bien déléguer quatre de ses Membres qui feront partie du Comité d'honneur.

MM. **C. Bouchard**, **A. d'Arsonval**, **O. Lannelongue**, **P. Villard** sont désignés par l'Académie.

PLIS CACHETÉS.

M. **H.-C. Saint-René** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 8 juillet 1895 et inscrit sous le n° 5130.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée : *Sur une solution du problème de la vision à distance.*

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

CORRESPONDANCE.

M. **Albert Ladenburg**, élu Correspondant pour la Section de Chimie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Rayons X et radiations diverses*, par M. Guilleminot. (Présenté par M. C. Bouchard.)

2° *Les plans cadastraux et la triangulation générale de la France*, par M. Ch. Lallemand.

3° *L'Aviation :* Conférences faites en 1909 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par M. Paul Renard.

M. **Matignon** adresse un Rapport relatif à l'emploi de la subvention qui lui a été allouée sur le fonds Bonaparte en 1908.

MM. **Blanc**, le Commandant **Henri de Bouillane de Lacoste**, **Routin**, le Comte **de Zeppelin** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur le retrait graduel de la tache polaire australe de Mars, pendant l'opposition de* 1909. Note de M. **R. Jarry Desloges**, présentée par M. Bigourdan.

La calotte polaire australe, dont la dimension a été suivie avec la plus grande attention depuis le début de juin, tant au Massegros qu'au Revard ou à Toury (¹), est actuellement fort petite, d'un coloris terne, et à peine perceptible.

La première des planches ci-jointes (²) montre les principaux détails qu'on y a observés : crevasses, taches sombres ou régions grisâtres, plages lumineuses, etc. On constatera que les crevasses ont présenté des variations remarquables dans leur visibilité.

Des plages lumineuses ou plus blanches ont été vues fréquemment dans la calotte polaire; en général, elles étaient situées approximativement vers l'emplacement des régions appelées *îles*, par exemple *Novissima Thyle*. Ces plages peuvent être produites soit par une formation de matière blanche récente, qui, ainsi que je l'ai indiqué en 1907, a un éclat beaucoup plus

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, p. 587, 664 et 966 du présent Volume. A la page 967 *lire* t. moy. civil *au lieu de* t. moyen. astron.

(²) La longitude λ indiquée à côté de chaque dessin est celle du méridien central à l'heure de l'observation.

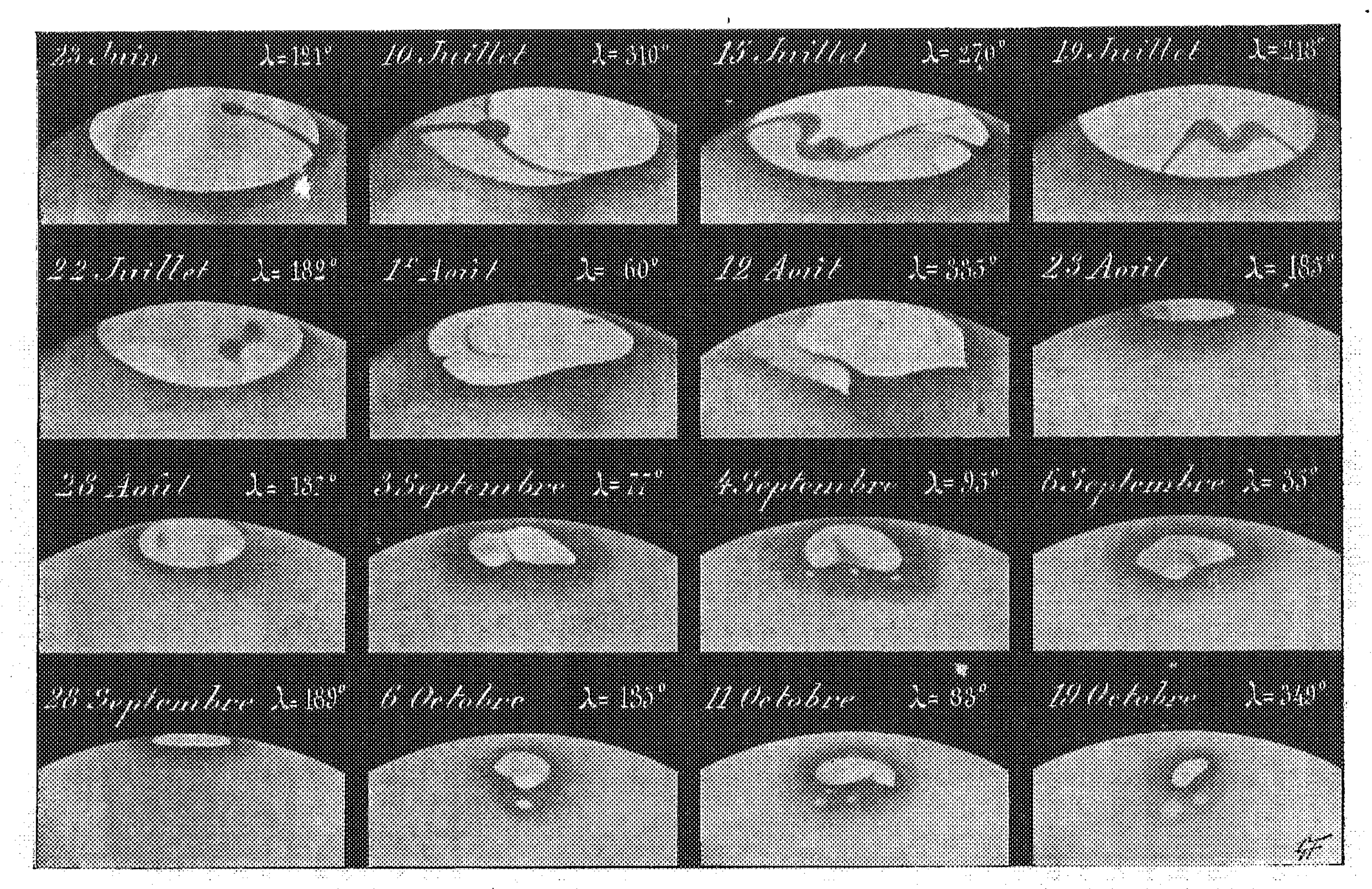


Fig. 1. — Apparences successives de la tache polaire australe de Mars pendant l'opposition de 1909.

grand que l'ancienne, soit par les rayons solaires réfléchis vers nous par cette précipitation blanche, placée sur des plans inclinés.

Le second dessin montre approximativement le retrait de la tache blanche polaire sous l'influence des saisons martiennes : le solstice d'été, pour l'hémisphère sud de cette planète, a eu lieu le 14 septembre. Ce schéma, qui a été fait d'après une méthode imaginée par M. G. Fournier, représente des mesures micrométriques au nombre de cinquante environ : ces observations et la méthode suivie pour les figurer seront données dans un Mémoire qui contiendra toutes nos observations.

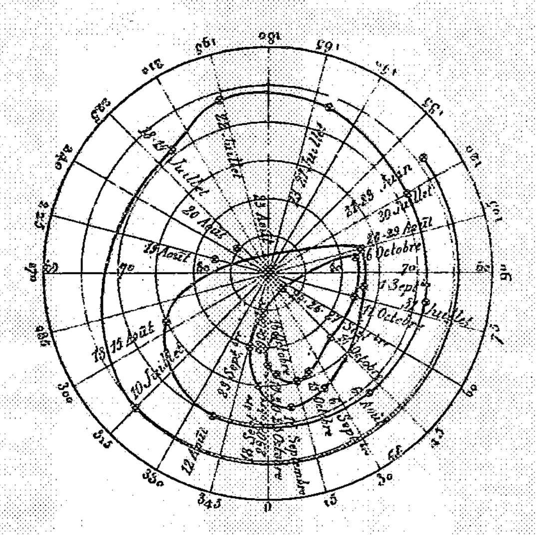


Fig. 2. — Courbe représentative de l'allure générale de la diminution de la calotte polaire australe de Mars, d'après les mesures prises du 20 juin au 30 octobre 1909.

Comme on peut le constater, le retrait de la tache blanche ne se fait pas uniformément sur les régions appelées *mers*. On remarquera qu'entre les 15e et 105e degrés de longitude, par environ 77° de latitude Sud, le retrait a été très faible du 28 août au 20 octobre, tandis qu'il était plus rapide dans d'autres endroits.

Cette région à retrait lent semble donc avoir une altitude relativement grande et des pentes fortement accusées vers le Nord, particulièrement entre 75° et 105° de longitude, tandis que vers le Sud elles seraient plus douces.

Les régions lumineuses ou blanches signalées plus haut, ainsi que les condensations vues sur le bourrelet sombre ([1]) qu'on aperçoit quelquefois le long de la substance blanche polaire, pourront nous donner aussi quelques indications sur la pente, le relief ou la nature du terrain. Par exemple, *Novissima Thyle* paraît être formée par un

---

([1]) Seules les condensations aperçues dans les régions polaires par M. G. Fournier et moi ont servi à cette étude.

massif montagneux aux murailles escarpées, et l'orientation principale des pentes serait vers le Sud-Ouest. Une dépression très importante se trouve placée principalement entre les 340° et 20° (380°) de longitude; elle s'étend sur un grand espace en latitude. Cette dépression semblait drainer toute la matière sombre environnante, ainsi que celle provenant de la tache noire, située à l'intérieur de la calotte polaire, par l'intermédiaire de la crevasse de 350°. Les intermittences de visibilité de cette crevasse, ainsi que de celles qui existent vers 190° et 240°, les ondulations ou la duplicature de la tache sombre centrale, paraissent bien indiquer que le sol où elles sont placées n'a pas un relief uniforme.

En résumé, il semble bien que la calotte polaire australe est placée sur un terrain d'un relief très varié, et les phénomènes qui suivent la disparition de la tache blanche polaire, étudiés avec soin, permettront peut-être un jour d'avoir des données assez exactes sur le relief du sol, la nature des pentes et peut-être l'altitude relative de ces régions.

ASTRONOMIE. — *Observations de comètes faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture).* Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1909.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R apparente.	Log. fact. parall.	DP apparente.	Log. fact. parall.	★.
			Comète Daniel (7 décembre 1909).						
	h m s		′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 11.....	11.27. 2	+2.35,51	+ 5.54,1	15:10	6.17.35,97	$\bar{1}$,319	52. 7. 9,5	−0,043	1
» 16.....	10. 3.12	−1.28,63	+ 4.54,8	15:10	6.18. 5,45	$\bar{1}$,554	48.24.28,9	−0,070	2
			Comète de Halley.						
Déc. 11.....	10. 9.41	−5. 7,16	+ 8.43,7	15:10	3.43.37,45	$\bar{2}$,434	75.13.38,2	−0,621	3
» 16.....	9.21.12	+0.27,13	− 5.13,9	15:10	3.21.35,93	$\bar{2}$,606	75.56.15,7	−0,631	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison : 1909,0.

★.	Gr.	R moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1	8,2	6.14.56,21	+4,25	52. 1.16,0	− 0,6	3241 AG. Lund
2	8,5	6.19.29,53	+4,55	48.19.34,4	− 0,3	5239 AG. Bonn
3	8,6	3.48.41,25	+3,36	75. 5. 7,4	−12,9	1132 AG. Leipzig[1]
4	9,0	3.21. 5,54	+3,26	76. 1.43,9	−14,3	1007 AG. Leipzig[1]

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1909 e Daniel, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de* $0^m,16$ *d'ouverture.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates 1909.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R appar.	Log. fact. parall.	DP apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
			Comète 1909 e Daniel.						
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Déc. 9........	15.51. 4	+2.14,41	— 2.38,8	5:5	6.17.12,88	$+\bar{1},555$	53.36. 8,1	—0,306	*a*
» 10........	9.20.50	—0.57,73	+21.57,3	5:5	6.17.23,63	$-\bar{1},650$	53. 0. 7,2	—0,419	*b*
» 11........	10.34.31	+0.24,87	+14. 5,6	6:6	6.17.36,46	$-\bar{1},510$	52. 9.12,4	—0,197	*c*

Étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	R moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a....	8	6.14.54,34	+4,13	53.38.47,5	—0,6	A.G. 3242 Lund
b....	7,1	6.18.17,17	+4,19	52.38.10,1	—0,2	A.G. 3270 Lund
c....	7,5	6.17. 7,34	+4,25	51.55. 7,1	—0,3	A.G. 3258 Lund

Remarques. — La comète est ronde, assez étendue, avec un point plus brillant placé excentriquement. Les éphémérides de recherche publiées par le Dr L. Becker, *M. N.*, t. LI, p. 489, donnent une position assez proche de la comète 1867 (I Coggia) périodique de 42 ans, dont le retour était attendu pour cette année.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète 1909 e (Daniel) faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Observations de la comète.

Dates. 1909.	Étoiles.	Temps moyen de Besançon.	Δα.	ΔP.	Nombre de compar.
		h m s	m s	′ ″	
Déc. 14..........	*a*	10. 0.31	+1.46,63	— 7.12,0	12:9
14..........	*a*	12.25.17	+1.46,35	—11.55,4	9:6
16..........	*b*	7. 3.19	—1.28,14	+ 0.46,6	12:9
16..........	*b*	10.39.35	—1.28,03	— 6. 2,2	12:9
18..........	*c*	10.33.25	+1.14,02	+ 0.38,9	12:9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1909,0.

★	Gr.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a	8,8	AG. Bonn, 5194	6.16. 7,62	+4,42	49.54.52,7	−0,6
b	8,5	» 5239	6.19.29,55	+4,54	48.21.23,0	−0,3
c	8,7	» 5200	6.16.48,85	+4,68	46.47.33,6	−0,8

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1909.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Déc. 14........	6.17.58,67	$9,539_n$	49.47.40,1	$0,302_n$
14........	6.17.58,39	$8,673_n$	49.42.56,7	$0,022_n$
16........	6.18. 5,95	$9,725_n$	48.22. 9,3	$0,642_n$
16........	6.18. 6,06	$9,424_n$	48.15.20,5	$0,126_n$
18........	6.18. 7,55	$9,428_n$	46.48.11,7	$0,048_n$

Remarques. — La comète nous apparaît comme une nébulosité ronde de 30″ à 40″ de diamètre, avec une légère condensation en son centre. Son éclat global est jugé de 12e grandeur environ.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Halley faites à l'Observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner-Henry.* Note de MM. **Montangerand** et **Rossard**, présentée par M. B. Baillaud.

Observations de la comète.

Dates. 1909.	Temps moyen de Toulouse.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	Étoiles.	Observ.
	h m s	m s	′ ″			
Décembre 4...	9.45.40	−2.48,96	+ 1.38,4	6: 4	1	R
» 8...	10.34.58	+1. 3,02	− 4.27,0	18:20	2	R
» 8...	11.13.25	+0.55,57	− 4.37,2	18:20	2	M
» 14...	10. 1.31	+1.42,53	− 1.19,0	18:20	3	R
» 14...	10.40.29	+1.34,96	− 1.32,1	18:20	3	M
» 16...	9. 4.51	+0. 8,52	+ 4. 2,9	12:20	4	R

Positions des étoiles de comparaison pour 1909,0.

Étoiles.	Gr.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
1	8,9	4h16m48s,40	3s,41	15°34′11″,8	11″,4	Berlin A 1148
2	7,7	3.55.36,50	3,39	15.13.11,9	12,6	Berlin A 1064
3	8,3	3.28.31,21	3,29	14.22.19,2	14,0	Leipzig I 1042
4	8,5	3.21.24,70	3,27	13.59.26,7	14,2	Leipzig I 1009

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1909.		Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Décembre 4	9h45m40s	4h14m2s,85	$\bar{1},260_n$	15°36′1″,6	0,631
» 8	10.34.58	3.56.42,91	$\bar{2},392_n$	15. 8.57,5	0,621
» 8	11.13.25	3.56.35,46	$\bar{2},683$	15. 8.47,3	0,623
» 14	10. 1.31	3.30.17,03	$\bar{3},764$	14.21.14,2	0,632
» 14	10.40.29	3.30. 9,46	$\bar{2},905$	14.21. 1,1	0,635
» 16	9. 4.51	3.21.36,49	$\bar{2},850_n$	14. 3.43,8	0,639

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de Lamé composées de surfaces admettant un plan de symétrie variable.* Note de M. J. Haag.

M. Darboux a donné (*Systèmes triples orthogonaux*, p. 110) une *condition nécessaire* pour que des surfaces ayant un plan de symétrie variable puissent engendrer une famille de Lamé. Je suis arrivé, par une autre voie, à des résultats très simples, et j'ai déterminé toutes les familles de Lamé en question, sauf peut-être pour un cas très particulier. Posons-nous d'abord la question plus générale suivante :

Soit une famille de Lamé F. *Prenons la surface* S′ *symétrique de chaque surface* S *de* F *par rapport à un plan* Π *variant avec* S. *A quelles conditions les surfaces* S′ *forment-elles une nouvelle famille de Lamé ?*

La réponse est immédiate, si l'on s'appuie sur les résultats de notre Note du 22 novembre dernier :

Pour que les surfaces S′ *forment une famille de Lamé, il faut et suffit que chaque surface* S *puisse engendrer une famille de Lamé en tournant autour de la droite* D *suivant laquelle* Π *touche son enveloppe* ε.

On sait en outre que si l'on déforme ε, sans déformer ses génératrices, et en entraînant chaque surface S avec le plan Π correspondant, les nouvelles positions des surfaces S constituent encore une famille de Lamé. *On pourra* en particulier *amener tous les plans* Π *à coïncider.*

Supposons maintenant que chaque surface S *d'une famille de Lamé admette un plan de symétrie* Π *la coupant orthogonalement suivant une ligne de courbure* A, *qui ne soit pas une ligne d'ombilics.*

Parmi les surfaces qui complètent le système triple orthogonal, il y en a qui coupent orthogonalement chaque surface S suivant une ligne de courbure γ orthogonale à A et par conséquent symétrique par rapport au plan Π. (Ceci pourrait être un défaut si A était une ligne d'ombilics.) Ces surfaces forment une des familles (F_1) du système triple. Imaginons alors qu'on associe à chaque ligne γ de S une surface Γ qui coupe S à angle droit suivant γ et qui admette Π pour plan de symétrie. Il est clair que, si γ engendre une surface de (F_1), la surface Γ correspondante touchera cette surface suivant γ. Or je démontre le théorème suivant :

Pour qu'une surface variable Γ *ayant un plan de symétrie variable* Π *touche son enveloppe suivant une ligne* γ *symétrique par rapport à* Π, *il faut et suffit que les normales à* Γ *le long de* γ *rencontrent toutes la caractéristique du plan* Π.

En appliquant ce théorème au problème précédent et combinant cette seconde méthode avec la première, on arrive au théorème suivant :

Prenons une surface quelconque (S_1) *à lignes de première courbure planes, et un plan* Π *quelconque. Construisons le périsphère surface de Joachimstal* S *engendré par les cercles normaux à* Π *et à* (S_1) *le long d'une ligne de première courbure dont le plan coupe* Π *suivant une droite* D. *Déformons ensuite le plan* Π *sans déformer les droites* D *et supposons que le plan tangent relatif à chaque droite* D *entraîne avec lui la surface* S *correspondante. Les nouvelles positions de ces surfaces constituent la famille de Lamé la plus générale, composée de surfaces à plan de symétrie variable.*

Si l'on veut en particulier *les familles de Lamé composées de cyclides de Dupin*, il suffit de prendre comme surface (S_1) le périsphère le plus général. On retrouve alors immédiatement les différents résultats établis par M. Darboux dans deux récents Mémoires, entre autres la génération élé-

gante indiquée dans le second Mémoire et qui fait intervenir l'enveloppe d'un cercle focal de la cyclide.

Cas d'exception. — Nous avons écarté le cas où la ligne (A) serait une ligne d'ombilics. En s'appuyant sur un théorème de M. Maurice Levy relatif aux lignes ombilicales d'une famille de Lamé, on voit sans peine que *le seul cas qui nous échappe est celui où la ligne* (A) *coïncide avec la caractéristique* D *du plan* Π. Il y aurait lieu d'étudier la distribution des lignes de courbure au voisinage de cette ligne, ce qui semble assez compliqué, car ses différents points ne sont plus des ombilics à proprement parler et présentent des singularités du troisième et du quatrième ordre.

Généralisations diverses. — On peut généraliser de diverses façons les résultats précédents. D'abord, dans la première question que nous nous sommes posée, on peut supposer qu'*au lieu d'un plan de symétrie on a un centre ou un axe de symétrie.* On est conduit à des résultats analogues que nous n'énonçons pas ici faute de place. Malheureusement, notre seconde méthode ne s'applique plus ici et l'on ne peut arriver à des résultats aussi complets que les précédents.

On peut aussi supposer qu'au lieu de surfaces à plans de symétrie on a des surfaces anallagmatiques. On obtient alors le théorème suivant :

Prenons une surface quelconque (S_1) *à lignes de première courbure sphériques et une sphère* Π *quelconque. Construisons le périsphère* S_1 *inverse d'une surface de Joachimstal, engendré par les cercles normaux à* Π *et à* (S_1) *le long d'une ligne de première courbure, dont la sphère coupe* Π *suivant un cercle* D. *Soumettons la sphère* Π *à une flexion isomorphe* (¹) *relative aux cercle* D, *et fixons chaque surface* S *ainsi transformée quand le cercle* D *correspondant sert de base à la flexion. Les surfaces obtenues constituent la famille de Lamé la plus générale composée de surfaces anallagmatiques par rapport à une sphère variable et coupées à angle droit par cette sphère suivant une ligne qui n'est pas un cercle d'ombilics.*

Je me suis rendu compte, en cherchant la démonstration de ce théorème, qu'on pouvait généraliser mes Notes du 3 août 1908 et du 22 novembre 1909 en y remplaçant le déplacement par la transformation conforme la plus générale de l'espace. Mais je n'ai fait qu'ébaucher cette théorie.

(¹) Voir DARBOUX, *Théorie des surfaces*, t. IV, p. 254.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des fonctions analytiques par des intégrales définies*. Note de M. **D. Pompéiu**, présentée par M. Jordan.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus* du 12 juillet 1909) j'ai montré la possibilité de mettre toute fonction analytique $f(z)$, bornée et singulière sur un ensemble E de longueur *partout non nulle* [cette propriété de E est, d'ailleurs, une conséquence de l'hypothèse faite sur $f(z)$], sous la forme d'une intégrale définie.

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_E \frac{\varphi(\zeta)}{\zeta - z}\,d\zeta,$$

ζ désignant les points singuliers de $f(z)$, et $\varphi(\zeta)$ étant une fonction qu'on sait définir et qui est nulle pour tout point régulier z.

1. Dans la présente Note je me propose d'appliquer la même méthode à la représentation des fonctions analytiques uniformes $f(z)$ ayant les propriétés suivantes :

1° $f(z)$ est partout continue, donc continue aussi sur l'ensemble E des points singuliers ;

2° La dérivée $f'(z)$ est une fonction bornée : autrement dit, on a

$$|f'(z)| < M$$

quel que soit z, M étant un nombre fixe ;

3° La fonction $f(z)$ est régulière et nulle à l'infini.

Des deux premières hypothèses il s'ensuit immédiatement (voir, par exemple, dans ma Thèse, le Chapitre III de la deuxième Partie) que l'ensemble E, formé par les points singuliers ζ de $f(z)$, a une aire *partout non nulle*.

2. Cela posé, je vais me servir d'un lemme pour l'énoncé duquel j'ai besoin d'une définition.

Soit $f(z)$ une *fonction de variable complexe* (je prends ce mot dans son sens général et non dans le sens restreint de fonction analytique). Je suppose que $f(z)$ est définie dans un certain domaine D ayant pour frontière une ligne rectifiable C.

Divisons le domaine D, par des lignes rectifiables, en un nombre quelconque de domaines partiels D_h : chacun de ces domaines aura pour frontière une courbe rectifiable C_h. Prenons les intégrales de $f(z)$ le long de chacun

des contours fermés C_h et formons la somme

$$V = \left|\int_{C_1} f(z)\,dz\right| + \left|\int_{C_2} f(z)\,dz\right| + \ldots + \left|\int_{C_n} f(z)\,dz\right|$$

que nous appellerons *variation*, relative à $f(z)$, pour le mode de division adopté. Si, quel que soit le mode de subdivision adopté, le nombre positif V est *borné*, nous dirons que $f(z)$ donne lieu à une *variation totale bornée*, cette variation totale étant, par définition, la plus grande limite de V lorsque le diamètre δ des domaines partiels D_h tend vers zéro.

Cette définition étant posée, le lemme s'énonce de la façon suivante :

Soit $f(z)$ une fonction de variable complexe, définie dans un domaine D. Si, dans ce domaine, $f(z)$ donne lieu à une variation totale bornée, il existe une fonction $\varphi(z)$, définie dans D, sauf peut-être pour certains points formant un ensemble d'aire nulle, et telle qu'on ait, pour tout contour fermé C, tracé dans D,

$$\int_C f(z)\,dz = \int_{(C)} \varphi(z)\,d\omega,$$

la seconde intégrale étant une intégrale double étendue au domaine limité par C.

3. Reprenons maintenant la fonction analytique $f(z)$, définie au n° 1, et appliquons-lui le lemme précédent : cela est possible à cause de l'hypothèse faite sur $f'(z)$.

On en déduit l'existence d'une fonction φ définie pour tout point z ou ζ. Mais, dans un certain voisinage de tout point z, l'intégrale

$$\int_C f(z)\,dz$$

est nulle. Donc la fonction φ est nulle pour tout point régulier z ; elle n'est différente de zéro que pour les points singuliers ζ.

D'ailleurs, pour ces points elle ne peut pas être identiquement nulle, car, alors, les intégrales

$$\int_C f(u)\,du$$

(où u désigne indifféremment les points z et ζ) seraient toutes nulles, et, $f(u)$ étant partout continue, la fonction $f(u)$ serait, d'après un théorème de Morera (voir aussi, dans ma Thèse, le Chapitre I de la première Partie), partout holomorphe, ce qui est impossible.

Nous avons donc défini sur l'ensemble E une fonction $\varphi(\zeta)$, non nulle.

4. Je dis maintenant qu'on a

$$f(z) = \frac{1}{2i\pi}\int_E \frac{\varphi(\zeta)}{\zeta - z}\,d\omega,$$

l'intégrale du second membre étant une intégrale double. En effet, considérons la fonction $j(z)$ définie par l'intégrale du second membre ; c'est une fonction ayant les propriétés énumérées au n° 1. Mais, de plus, les intégrales

$$\int_C j(z)\,dz$$

(prises le long d'un contour fermé quelconque C) ont mêmes valeurs que les intégrales correspondantes

$$\int_C f(z)\,dz.$$

Il s'ensuit que, pour la fonction

$$h(z) = j(z) - f(z),$$

les intégrales

$$\int_C h(z)\,dz$$

sont toutes nulles. Et, comme $h(z)$ est partout continue, on en conclut (théorème de Morera, cité au n° 3) que $h(z)$ est partout holomorphe, donc *constante*. Mais $f(z)$ et $j(z)$ s'annulent à l'infini ; il en est donc de même pour $h(z)$ et cette fonction est identiquement nulle.

Donc $j(z)$ coïncide partout avec $f(z)$, ce que je voulais montrer.

L'intégrale $j(z)$ nous donne ainsi la représentation générale de la classe de fonctions analytiques définie au n° 1.

Remarquons, en terminant, que les points ζ pour lesquels φ n'a pu être défini, formant un ensemble d'aire nulle, n'ont aucune influence sur la valeur de l'intégrale double.

MÉCANIQUE. — *Sur le calcul des volants de laminoirs.* Note de M. **Charles Reignier**, présentée par M. Maurice Levy.

1° La jante du volant d'une machine est sujette à une variation de vitesse $\Delta V = (V_1 - V_2)$ pendant la variation du temps $\Delta T = T_1 - T_2$, où elle s'accomplit.

Il se produit de ce fait, sur la masse de la jante de poids P, des forces variables d'inertie

$$\mathcal{F}_1 = \frac{P}{9,81} \frac{dv}{dt}. \tag{1}$$

Substituant aux différentielles les différences finies Δ et Δ, on aura pour expression de la force d'inertie moyenne approchée

$$\mathcal{F}_2 = \frac{P}{9,81} \frac{\Delta V}{\Delta T}. \tag{2}$$

2° Désignons par α le rapport de la force d'inertie moyenne $\mathcal{F}_2$ à l'effort tangentiel rapporté au centre de gravité de la section de la jante, et correspondant à la puissance maxima N, en kilogrammètres, que le moteur peut fournir à la vitesse $V_{moy.}$ du centre de gravité de la jante; nous écrirons l'équation de condition

$$\frac{P}{9,81} \frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{\alpha N}{V_{moy.}}. \tag{3}$$

3° Donnons-nous $\alpha = 2$, la formule (3) devient

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = \frac{2 \times 9,81 \times 75 N_1}{P V_{moy.}} = 1471,5 \frac{N_1}{P V_{moy.}}, \tag{4}$$

N_1 désignant la puissance en chevaux.

4° Examinons les valeurs de $\frac{\Delta T}{\Delta T}$ dans des moteurs de laminoirs existants et possédant une régularité pratiquement convenable, on a les résultats suivants :

Désignation des trains.	Puissance en chevaux.	Vitesse en mètres par seconde.	Poids des jantes. kg	$\frac{\Delta V}{\Delta T}$
Tôles	200	18,300	12,000	1,34
Bidons	133	21,000	8,000	1,10
Petits fers	190	23,000	10,500	1,16
Profilés	450	30,500	18,000	1,20
Rails (18^{kg})	735	30,000	27,000	1,34
Rails	1000	32,000	40,000	1,15
Zinc	150	20,600	7,500	1,42
Bandes ailettes	600	32,000	15,000	1,98
Rails	1300	31,500	34,500	1,76
Double duo	700	30,500	31,140	1,09
Trio	695	35,000	31,000	0,95
Trio	1500	32,500	41,000	1,62
Larges plats	1800	30,300	49,000	1,78

On déduit de ces observations que la moyenne des valeurs de $\frac{\Delta T}{\Delta T}$ est comprise entre 1 et 2 dans l'hypothèse de $\alpha = 2$. En admettant $\frac{\Delta T}{\Delta T} = \frac{2 \times 9{,}81 \times 75}{1000}$ on pourra écrire la formule (4) sous la forme très simple

$$\text{P (tonnes)} = \frac{\text{N (chevaux)}}{\text{V}_{\text{moy.}} \text{ (m. par sec.)}}, \tag{5}$$

qui contient implicitement

$$\frac{\Delta V}{\Delta T} = 1{,}4715 \quad \text{et} \quad \mathcal{F}_2 = 2\frac{N}{V_{\text{moy.}}}.$$

5° D'une façon générale, on s'imposera l'écart ΔV de vitesse par le coefficient de régularité et l'écart de temps ΔT, par des considérations de fabrication.

6° Dans l'hypothèse d'une pulsation de la vitesse suivant la forme sinusoïdale, la détermination de l'accélération maxima permettra de calculer les bras du volant à la flexion produite sur eux par la force d'inertie maxima ([1])

$$\mathcal{F}_3 = \frac{P}{9{,}81}\,1{,}57\,\frac{\Delta V}{\Delta T}.$$

MÉCANIQUE. — *Sur le volant des moteurs d'aviation.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. Painlevé.

La théorie classique du volant suppose connus, en fonction de l'angle de rotation θ, le moment moteur M et le moment résistant N. Elle ne s'applique pas au cas d'un moteur d'aviation, pour lequel la résistance de l'hélice dépend non de θ, mais de la vitesse angulaire $\omega = \frac{d\theta}{dt}$. La valeur de N est alors de la forme $l\omega^2$, et, si l'on désigne par A le moment d'inertie du volant, l'équation du mouvement est

$$A\frac{d\omega^2}{d\theta} = 2(M - l\omega^2), \tag{1}$$

([1]) Pour la pulsation de vitesse sinusoïdale $v = \frac{\Delta V}{2}\sin\left(\frac{\pi}{T}t\right)$ l'accélération moyenne est mathématiquement égale à $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ et l'accélération maxima est $\frac{\pi}{2}\frac{\Delta V}{\Delta T}$.

d'où, en posant $\frac{2l}{A} = h$,

$$\omega^2 = \frac{2}{A} e^{-h\theta} \int M e^{h\theta} d\theta. \tag{2}$$

On sait, d'après le colonel Renard, que si k est le coefficient de la résistance de l'air, d le diamètre de l'hélice et a un nombre dépendant de la configuration de cet appareil, la valeur de l est égale à kad^5. La formule (2) permet ainsi, connaissant le moteur et l'hélice, de trouver pour A une valeur capable de maintenir les variations de vitesse dans les limites voulues; la constante arbitraire provenant de l'intégration peut être négligée, attendu qu'elle n'introduit dans la valeur de ω^2 qu'un terme rapidement évanouissant.

Supposons, en particulier, que le moteur soit constitué par p cylindres à quatre temps, disposés de façon que leurs explosions se succèdent régulièrement dans le cycle, correspondant à deux tours du volant. M est alors une fonction de θ ayant pour période 4π, ou, ce qui revient au même, une fonction de l'angle $\varphi = \frac{\theta}{2}$ ayant pour période 2π. On peut représenter le moment moteur de chaque cylindre par une série de Fourier procédant suivant les sinus et cosinus des multiples de φ. En faisant ensuite la somme de ces moments, on voit disparaître les termes pour lesquels l'argument n'est pas multiple de $p\varphi$. La série qui subsiste est la même pour chacun des cylindres. Si l'on admet que la loi de décroissance des coefficients de cette série est assez rapide pour qu'on puisse conserver seulement, à la suite du terme constant, les termes en $\sin p\varphi$, $\cos p\varphi$, et si l'on choisit convenablement l'origine des angles, on peut écrire

$$M = \frac{A}{2} p(m + R \sin p\varphi), \tag{3}$$

m et R désignant des constantes dépendant du genre de moteur. On en déduit

$$\omega^2 = p\frac{m}{h} + \frac{2Rp}{4h^2 + p^2} \quad (2h \sin p\varphi - p \cos p\varphi). \tag{4}$$

D'après ces formules M et ω^2 éprouvent respectivement par rapport à leurs valeurs moyennes les variations $\frac{2R}{m}$ et $\frac{4hR}{m\sqrt{4h^2 + p^2}}$. Remplaçons h par sa valeur; appelons en outre r le coefficient de régularité, c'est-à-dire le rapport entre la vitesse moyenne et la variation totale de vitesse. Il vient, tous calculs faits,

$$A = \frac{4kad^5}{p} \sqrt{\frac{R^2 r^2}{m^2} - 1}. \tag{5}$$

Telle est la formule déterminant le moment d'inertie en fonction des caractéristiques de l'hélice, du nombre des cylindres, de la variation propor-

tionnelle $\frac{2R}{m}$ du moment moteur et du coefficient de régularité au-dessous duquel on ne veut pas descendre.

L'influence favorable du nombre de cylindres se manifeste à la fois par la présence du facteur $\frac{1}{p}$ et par la réduction de R due à la disparition des $p-1$ premiers termes de la série de Fourier. Notons toutefois que les coefficients des termes de la série ne décroissent pas nécessairement d'une façon régulière, en sorte qu'avec certains types de moteurs il peut arriver que quatre cylindres, par exemple, exigent un moindre volant que cinq ou six.

On remarque que le volant, toutes choses égales d'ailleurs, est proportionnel à d^5. L'emploi d'une grande hélice, avantageux au point de vue du rendement, n'est donc pas sans inconvénient. Il est vrai que A comprend le moment d'inertie de l'hélice elle-même, et que ce moment est déjà proportionnel à d^5. Mais, à moins que l'hélice ne soit assez massive pour tenir entièrement lieu de volant, l'objection conserve sa portée. Or on doit, bien loin d'alourdir l'hélice, chercher à l'alléger, sous peine d'imposer à l'arbre des efforts de tension capables d'amener sa rupture. Le calcul montre, en effet, que pour une section quelconque de cet arbre, si l'on appelle A_1 le moment d'inertie de la partie située par rapport à cette section du même côté que l'hélice, un accroissement brusque ΔM de M, dû à l'explosion dans un cylindre placé du côté de l'hélice, diminue le couple de torsion, tandis que la même variation ΔM, provenant d'un cylindre situé du côté opposé à l'hélice, entraîne pour le couple de torsion l'accroissement $\frac{A_1}{A}\Delta M$, d'autant plus important que A_1 est une fraction plus grande de A, et il y a par suite intérêt à éloigner le plus possible de l'hélice le volant proprement dit. En d'autres termes, le volant et l'hélice doivent, pour réduire au minimum les chances de rupture, être disposés de part et d'autre du vilebrequin.

MÉCANIQUE. — *Sur la vitesse des ondes de choc et combustion.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. Vieille.

1. Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 25 février 1907, j'ai proposé d'admettre, à titre de postulat, pour les ondes de choc et combustion [1], la proposition suivante, qui est rigoureusement démontrée, grâce

(1) Sur les ondes de choc et combustion, voir mon Mémoire *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz*, dans le *Journal de Mathématiques pures et ap-*

au principe de Carnot, pour les ondes de choc sans combustion des gaz parfaits.

POSTULAT I. — *La vitesse d'une onde de choc et combustion est toujours :*
a. Plus grande que la vitesse du son dans le milieu qui la précède;
b. Plus petite que la vitesse du son dans le milieu qui la suit.

Je voudrais montrer aujourd'hui que ce postulat est équivalent à un autre, qui paraît assez naturel pour servir de justification partielle au premier.

2. Soit une onde de choc et combustion faisant passer le mélange gazeux d'un état 1 à un état 2. Supposons que la combustion résiduelle se fasse suivant la loi de la dissociation ou bien qu'elle soit nulle. L'énergie interne du mélange est alors, après comme avant l'onde, une fonction du volume spécifique σ et de l'entropie s. Soient p la pression, égale à $-\frac{\partial\varepsilon}{\partial\sigma}$, et T la température absolue, égale à $\frac{\partial\varepsilon}{\partial s}$. La loi d'Hugoniot s'écrit

$$(p_1+p_2)(\sigma_2-\sigma_1)+2(\varepsilon_2-\varepsilon_1)=0. \tag{1}$$

Si l'on suppose donnés σ_1 et s_1, c'est-à-dire l'état initial, cette équation définit s_2 en fonction de σ_2, ou p_2 en fonction de σ_2, ou s_2 en fonction de p_2, et l'on a

$$\frac{ds_2}{d\sigma_2}=\frac{p_2-p_1+(\sigma_1-\sigma_2)\frac{\partial p_2}{\partial\sigma_2}}{2T_2+(\sigma_2-\sigma_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}, \tag{2}$$

$$\frac{dp_2}{d\sigma_2}=\frac{2T_2\frac{\partial p_2}{\partial\sigma_2}+(p_2-p_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}{2T_2+(\sigma_2-\sigma_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}, \tag{3}$$

$$\frac{ds_2}{dp_2}=\frac{(p_2-p_1)+(\sigma_1-\sigma_2)\frac{\partial p_2}{\partial\sigma_2}}{2T_2\frac{\partial p_2}{\partial\sigma_2}+(p_2-p_1)\frac{\partial p_2}{\partial s_2}}. \tag{4}$$

---

pliquées (1905-1906) et un travail de M. Crussard dans le *Bulletin de l'Industrie minérale* (1907). Dès 1899, M. Chapman avait publié, dans le *Philosophical Magazine*, une étude où se trouvent quelques-unes des idées que j'ai développées en 1905. Je n'ai pas cité cette étude dans mon Mémoire parce que je n'en ai eu connaissance que récemment. Je m'empresse de saisir l'occasion qui se présente ici de rendre à M. Chapman ce qui lui est dû.

Soient

$$D = \sigma_1 \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{\sigma_2 - \sigma_1}},$$

la vitesse de l'onde de choc et combustion;

$$E_2 = \sigma_1 \sqrt{-\frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}},$$

celle du son après le front de l'onde, rapportées toutes deux à l'état 1.

L'équation (3) peut s'écrire

$$\frac{ds_2}{dp_2} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_1^2} \frac{D^2 - E_2^2}{2T_2 \frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2} + (p_2 - p_1) \frac{\partial p_2}{\partial s_2}}.$$

Nous supposerons que les gaz constituant le mélange sont parfaits en ce sens qu'ils suivent les lois de Mariotte, de Gay-Lussac et de Joule; mais nous supposerons leurs chaleurs spécifiques variables avec la température. Soient C_2, c_2, γ_2 les chaleurs spécifiques du mélange et leur rapport juste derrière le front de l'onde. Si la combustion résiduelle est nulle, l'expression

$$2T_2 \frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2} + (p_2 - p_1) \frac{\partial p_2}{\partial s_2}$$

est égale à

$$-\frac{p_2}{C_2 - c_2} [(\gamma_2 + 1) p_2 + (\gamma_2 - 1) p_1];$$

elle est donc négative. Sinon on peut, en se fondant sur l'expérience des phénomènes explosifs, admettre que la dissociation est assez faible pour que le signe de cette expression ne soit pas changé. Dès lors, l'équation (4) devient

$$\frac{ds_2}{dp_2} = k^2 (\sigma_2 - \sigma_1)(D^2 - E_2^2). \tag{5}$$

D'une manière analogue, donnons-nous σ_2 et s_2, c'est-à-dire l'état final. L'équation (1) définit alors s_1 en fonction de p_1 et l'on a :

$$\frac{ds_1}{dp_1} = k'^2 (\sigma_1 - \sigma_2)(D^2 - E_1^2), \tag{6}$$

E_1 étant la vitesse du son avant l'onde, rapportée à l'état 1.

3. L'onde de choc et combustion étant un phénomène adiabatique et irréversible, l'entropie doit croître à sa traversée. Il est d'ailleurs assez naturel

de supposer que cette variation d'entropie est d'autant plus forte que l'irréversibilité est plus considérable, c'est-à-dire que l'onde de choc et combustion est plus violente. Nous sommes ainsi conduits à admettre le postulat suivant :

Postulat II. — *L'état initial (ou l'état final) étant donné, la variation d'entropie est d'autant plus grande que la variation de pression est plus grande.*

Dès lors pour les ondes condensées ($\sigma_2 < \sigma_1, p_2 > p_1$) $s_2 - s_1$ doit croître avec p_2 et décroître quand p_1 croît; c'est l'inverse pour les ondes dilatées ($\sigma_2 > \sigma_1, p_2 < p_1$). Les formules (5) et (6) montrent alors qu'on doit avoir

$$E_1 < D < E_2.$$

Le postulat II est donc équivalent au postulat I.

Bien que ce postulat II soit, comme nous l'avons dit, assez naturel, il n'est cependant pas entièrement évident. Il eût été naturel aussi d'admettre que la variation d'entropie croît avec la variation de densité, et en effet cette hypothèse permet de démontrer le postulat I (b). Mais elle est, dans certains cas, incompatible avec le postulat I (a) [1].

PHYSIQUE. — *Influence d'un champ magnétique sur l'amortissement des vibrations lumineuses.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans un travail récent relatif aux dissymétries présentées par les composantes magnétiques des raies d'émission des vapeurs, M. A. Dufour [2] a émis, pour expliquer les dissymétries d'intensités, l'hypothèse d'une action du champ magnétique sur l'amortissement.

Au cours de mes recherches sur les modifications que subissent, sous l'influence d'un champ magnétique, les bandes d'absorption des cristaux, j'ai observé quelques effets qui semblent produits par une variation de l'amortissement.

---

(1) Ces cas sont naturellement ceux où la variation de densité et la variation de pression ne croissent pas ou ne décroissent pas ensemble. Aussi cette incompatibilité ne doit-elle point trop surprendre.

(2) A. Dufour, *Communication à la Société française de Physique*, 3 décembre 1909.

Je citerai deux exemples, très caractéristiques, visibles sur les clichés que nous avons, M. Kamerlingh Onnes et moi, obtenus à Leyde en refroidissant les cristaux jusqu'aux températures de — 253° (hydrogène liquide) et — 259° (hydrogène solide).

1° Lorsque la bande $537^{\mu\mu}$ du xénotime est décomposée en deux composantes polarisées circulairement en des sens inverses (champ magnétique, axe optique du cristal et faisceau lumineux parallèles), la composante retardée (côté du rouge) est faible et a un aspect symétrique avec des bords assez nets; l'autre composante, très intense, a un aspect tout à fait dissymétrique, le bord du côté rouge étant assez net alors que le bord côté violet est flou, de sorte que le maximum d'absorption n'est pas au milieu de cette composante.

2° La bande $399^{\mu\mu},6$ de la tysonite donne deux composantes circulaires à l'intérieur desquelles l'absorption maxima est sensiblement la même. Mais la composante retardée est beaucoup plus floue et plus large que la composante accélérée, et de plus elle présente du côté des longueurs d'onde croissantes un bord plus flou que du côté opposé.

Il est probable que les différences de largeur et de netteté des composantes circulaires provenant de la décomposition d'une même bande résultent d'une modification produite par le champ sur l'amortissement des vibrations. Cette action est même plus complexe et plus intéressante qu'on ne pouvait le penser, puisque les composantes sont parfois déformées, s'étalant plus d'un côté que de l'autre.

Cet effet est d'autant mieux visible que la température est plus basse. L'influence du champ magnétique sur l'amortissement joue nécessairement un rôle dans l'aspect dissymétrique de l'ensemble des composantes. Peut-être, dans le cas des vapeurs, suffit-elle à expliquer les dissymétries d'intensités, mais il n'en est certainement pas ainsi dans le cas des cristaux. En effet, considérons la bande 399,6 de la tysonite : si les deux composantes absorbaient la même quantité de lumière, la plus large et la plus floue serait notablement moins intense que l'autre; or, nous avons dit que les maxima d'absorption paraissent les mêmes pour ces deux composantes; il est donc certain que la composante large absorbe plus de lumière que la composante fine.

D'ailleurs, il est évident à première vue que les énormes dissymétries observées en refroidissant jusqu'à — 259°, produisant parfois la disparition presque totale d'une composante alors que l'autre est de plus en plus intense, ne sont pas dues uniquement à des variations de l'amortissement.

Nous les avons attribuées, M. Kamerlingh Onnes et moi, à des variations de stabilité des systèmes vibrants (ou des trajectoires des électrons), variations qui résultent des changements de période imposés par le champ magnétique ([1]).

PHYSIQUE. — *Adsorption d'ions.* Note de M. V. **Bournat**, présentée par M. J. Violle.

Lorsqu'on détermine la tension superficielle d'électrolytes suffisamment étendus pour que la dissociation soit très grande, on constate que les électrolytes renfermant deux ions monovalents quelconques élèvent la tension superficielle de l'eau; les acides HCl, NO^3H, HBr abaissent au contraire cette tension superficielle.

Soient γ_1 et γ_2 les tensions superficielles de l'eau et d'un électrolyte quelconque, on a, par exemple :

Électrolytes.		$\gamma_2 - \gamma_1$.
NaCl $\frac{1}{10}$ normal		+0,25 C.G.S.
KCl	»	+0,23 »
NO^3K	»	+0,20 »
HCl	»	−0,07 »
NO^3H	»	−0,10 »

Ces valeurs de $\gamma_2 - \gamma_1$ sont indépendantes de la température, tout au moins pour les températures ordinaires, car alors les valeurs de γ_2 et γ_1 sont représentées en fonction de la température par des droites parallèles.

Les ions H^+ semblent jouer un rôle tout particulier. L'abaissement anormal qu'ils produisent s'expliquerait aisément si l'on supposait qu'il se forme à la limite de séparation de l'air et de la solution une accumulation d'ions H^+ d'après le processus indiqué par M. J. Perrin (*Comptes rendus*, 1903) dans sa théorie de l'osmose électrique. Une théorie développée par Helmholtz et M. Lippmann montre qu'il y aurait alors abaissement de la tension superficielle.

M. J. Perrin a montré l'action prépondérante des ions polyvalents sur la diminution de la charge. Nous avons essayé de voir ici le même phénomène et recherché entre autres l'action de l'ion $FeCy_6^{IV}$ sur la tension superficielle d'une solution de NO^3H. Si, à une solution $\frac{1}{5}$ normale d'un électrolyte, on ajoute $\frac{1}{100}$ molécule-gramme de

([1]) Voir *Le Radium*, t. V, et *Comptes rendus*.

K^4FeCy^6 par litre, on a un très faible relèvement de la tension superficielle du même ordre de grandeur que celui produit sur l'eau pure. Si, au contraire, on ajoute la même quantité de K^4FeCy^6 à une solution $\frac{1}{3}$ normale de NO^3H, on a un relèvement environ dix fois supérieur. Ceci semble prouver qu'il y a mordançage des ions polyvalents comme au contact des parois solides en osmose.

Puisqu'il s'agit d'étudier l'action d'ions, il est naturel de comparer des solutions de même concentration moléculaire. Pour une même concentration moléculaire (inférieure ou égale à $\frac{1}{10}$ normale), portons en abscisse les poids moléculaires des électrolytes et en ordonnée les valeurs de $\gamma_2 - \gamma_1$. On obtient, pour les électrolytes à deux ions monovalents, des points qui viennent se placer assez régulièrement sur une droite; les acides donnent une droite parallèle à la précédente et située en dessous. La présence d'une petite quantité d'ions polyvalents tend à faire se confondre ces deux droites par suite du relèvement de la seconde : il semble donc tentant d'admettre que la différence des ordonnées de ces droites est due précisément à l'adsorption des ions H^+ dans la couche superficielle, adsorption sans laquelle les acides suivraient la même loi que les autres électrolytes qui en osmose ne donnent pas d'électrisation notable. Désignons par γ_H la différence des ordonnées; l'expérience nous donne pour les solutions $\frac{1}{10}$ normales

$$\gamma_H = 0,35 \text{ C.G.S.}$$

Cette différence paraît varier proportionnellement à la concentration.

Les bases KOH et NaOH sont beaucoup plus difficiles à étudier; elles élèvent la tension superficielle de l'eau; mais pour une même concentration elles donnent des points situés sur une droite à peu près parallèle aux deux autres et placées entre elles deux. Il semble donc qu'il y ait aussi adsorption des ions OH^- et, en désignant par γ_{OH} la différence analogue à la précédente, on a

$$\gamma_{OH} = 0,25 \text{ C.G.S.}$$

Si l'on admet que ces abaissements sont dus à la couche double formée, on a aussi les valeurs de $2\pi\sigma^2 \frac{d}{K}$, K étant le pouvoir inducteur spécifique égal à 80, σ la densité électrique et d l'épaisseur de la couche double. On n'est pas bien fixé sur cette dernière; si elle est indépendante de la concentration, on voit que le nombre n d'ions absorbés par unité de surface pourrait s'exprimer en fonction de la concentration c par la formule

$$n = \mu c^{\frac{1}{2}},$$

où μ est une constante déterminée pour H^+ ou pour OH^-. En effet, σ est proportionnel à n, γ_H et γ_{OH} semblent proportionnels à c.

Cette formule offre une grande analogie avec la formule générale d'adsorption des molécules neutres

$$\frac{x}{m} = \beta c^{\frac{1}{p}},$$

où x désigne la quantité de corps adsorbés, m la masse du corps adsorbant et où $\frac{1}{p}$ varie entre 0,3 et 0,5.

Lorsque l'électrolyte n'est que faiblement dissocié, l'adsorption d'ions peut se superposer à l'adsorption des molécules neutres, comme l'a fait pressentir M. Herbert Freundlich.

Si l'on suppose l'épaisseur de la couche double égale à 5×10^{-7}, on trouve comme différence de potentiel pour une solution $\frac{1}{10}$ normale d'acide 0,07 volt. Ce nombre est de l'ordre de grandeur de ceux qu'a trouvés M. G. Perrin en étudiant l'écoulement d'une solution d'acide à travers un diaphragme sous l'action d'un champ électrique.

PHYSIQUE. — *Préparation de lames minces par volatilisation dans le vide.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. E. Bouty.

L'emploi des projections cathodiques permet d'obtenir des dépôts transparents et spéculaires de divers métaux; j'ai décrit antérieurement, sous le nom d'*ionoplastie*, les procédés employés à cet effet. Mais il est des cas où cette méthode échoue, d'autres où elle présente des difficultés qui en restreignent l'emploi. Je me suis proposé, pour cette raison, de produire ces pellicules minces en utilisant la volatilisation d'un fil échauffé, dans le vide, par un courant électrique; le dispositif suivant est particulièrement commode :

Une cloche en verre, reliée à la pompe pneumatique de Gaede, laisse passer, à sa partie supérieure, deux tiges métalliques reliées à une canalisation électrique; sur l'une de ces tiges peut être fixé un cadre en laiton, qui supporte deux tiges parallèles et horizontales en verre, le long desquelles peuvent glisser à frottement dur plusieurs colliers en laiton munis de crochets. Le fil métallique qu'on se propose de vaporiser est relié par un de ses bouts au cadre métallique et se lace sur les crochets de façon à se développer en zigzag sur un plan horizontal; son autre extrémité est reliée à la seconde des tiges qui traversent le col de la cloche par l'intermédiaire d'un conducteur souple et d'une borne montée sur le cadre, dont elle est isolée à l'ébonite.

Parallèlement au fil, et en dessous de lui, se trouve un plateau en laiton, mobile autour d'un axe vertical et muni d'une lame de fer qui permet de le faire tourner à l'aide d'un aimant extérieur à la cloche; sur ce plateau est fixée, à l'aide de petits ressorts, la lame de verre à métalliser.

Le vide étant réalisé à quelques millièmes de millimètre, on envoie dans le fil un courant d'intensité croissante, en même temps qu'on anime le plateau et la lame de

verre d'un rapide mouvement de rotation. Dans ces conditions, le verre se recouvre, en quelques secondes, d'une pellicule que la rotation rend uniforme et dont l'épaisseur croît avec la durée de l'opération et la température du fil.

La température à laquelle le métal se vaporise avec une vitesse suffisante étant généralement voisine du point de fusion, le fil chauffé se transforme rapidement en un chapelet de gouttelettes séparées par des étranglements et casse au point le plus chaud. Cet inconvénient est évité et la méthode devient tout à fait pratique, si l'on emploie un fil fin ($0^{mm},3$) de platine, recouvert par galvanoplastie du métal à vaporiser; le platine, volatil seulement à très haute température, n'intervient que comme soutien, et l'opération ne présente plus aucun aléa.

La méthode a été appliquée avec succès aux métaux suivants : platine, or, argent, fer, cuivre, cadmium, zinc, étain (sur une âme en fil de fer); employée avec le mercure, en chauffant un fil de cuivre amalgamé, elle a donné un résultat négatif, le métal s'étant déposé sous forme de gouttelettes séparées, enfin, elle est applicable à des corps volatils non métalliques, déposés à la surface du fil chauffé par le courant.

D'une façon générale, les pellicules obtenues par cette méthode présentent le poli spéculaire et, quand elles sont assez minces, la transparence; mais leur solidité et leur pouvoir réflecteur sont notablement moindres que pour les dépôts obtenus par ionoplastie.

De plus, l'or et l'argent présentent un aspect tout à fait spécial: l'argent montre, par transparence, une teinte violacée qui vire au pourpre pour les fortes épaisseurs. L'or volatilisé est presque incolore par réflexion et présente, par transparence, des couleurs variables, suivant l'épaisseur, du rose au violet; on retrouve donc, dans ce cas, les mêmes colorations que dans les verres à l'or étudiés par Zsigmondy; j'ai remarqué, d'autre part, que de l'or déposé par ionoplastie et observé par transparence, passe du vert au rose quand on le chauffe au voisinage de 600°. Ces changements de coloration tiennent probablement, non à des réactions chimiques comme pour l'or bleu (qui est en réalité un hydrure d'or), mais à la formation de particules de dimensions différentes suivant la température.

PHYSIQUE. — *Sur les régions jaune, orangée et rouge du spectre de flamme à haute température du calcium.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. E. Bouty.

Dans une Note précédente, nous avons montré qu'à l'aide du chalumeau oxyacétylénique on peut obtenir le spectre de flamme du calcium le plus

riche en raies qu'on connaisse ([1]). Étant données la manière dont le calcium est répandu partout et la prépondérance de ce métal dans les taches solaires, nous avons cru devoir porter notre attention sur la partie la moins réfrangible du spectre, ce qui nous a permis, en même temps, de comparer notre spectre de flamme oxyacétylénique avec celui obtenu par M. King dans son four électrique ([2]). Les températures de ces deux sources sont, en effet, du même ordre de grandeur.

λ dans la flamme oxyacétylénique.	Intensités relatives dans cette flamme.	λ dans l'arc (Cooper).	Intensités relatives dans le four (S.-A. King).	
			Haute température.	Basse température.
5262,0	2	{ 61,708 / 62,254		
5264,5	1	64,247		
5265,6	3	65,563		
5270,3	5	70,276		
5349,8	3	49,450		
5582,0	1	81,978	2	Trace
5588,6	4	88,780	4	2
5590,0	0	90,225	1	»
5594,4	3	94,474	3	1
5598,5	2	98,598	3	1
5601,5	1	01,287	1	»
5602,9	0	02,765	1	»
5857,6	4	57,456	3	Trace
6103,1	3	02,824	9	6
6122,3	4	22,218	12	15
6162,6	4	62,176	14	22
6439,1	6	39,084	18	9
6450,2	1	49,820	8	2
6462,8	6	62,577	16	7
6472,1	1	71,665	5	1
6494,0	3	93,784	10	3
6499,4	0	99,662	3	Trace
6572,8	4	72,714	5	10
6717,9	0	17,721	1	»

Les observations sont rendues particulièrement difficiles par la présence des bandes vertes et rouges du calcium qui, avec la dispersion d'abord employée, avaient masqué

([1]) *Comptes rendus*, 13 décembre 1909.
([2]) *Astrophys. Journal*, t. XXIX, p. 190.

un certain nombre de raies. Nous avons construit un spectrographe plus puissant, muni de trois prismes denses et de deux objectifs ayant chacun 1^m de longueur focale : la dispersion de cet appareil est telle qu'au voisinage de la raie D, un écartement de 1^{mm} correspond à 15,3 U. A. Même avec cette dispersion, les bandes sont toujours gênantes; avec de longues poses, elles arrivent encore à cacher des raies, nous avons cependant réussi à presque doubler le nombre de celles que nous avions observées d'abord. Nous avons employé, comme spectre de comparaison, celui de l'arc au fer, et comme valeurs de longueurs d'onde le système de MM. Kayser et Runge. Les clichés ont été mesurés à l'aide d'une vis micrométrique ; l'erreur des mesures ne dépasse pas 0,2 U. A. Dans le Tableau précédent, nous donnons les valeurs des longueurs d'onde trouvées par nous, ainsi que celles déterminées dans l'arc par M. Cooper (1). Il est à remarquer que les mesures de M. Cooper sont basées sur un système autre que le nôtre, ce qui explique des divergences parfois notables entre nos résultats. Nous donnons également les raies trouvées par M. King dans son four, pour une densité moyenne de vapeur métallique. Il nous a été parfois difficile d'évaluer les intensités relatives des raies, en particulier aux endroits où elles coïncident avec des bandes.

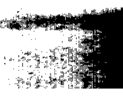
La comparaison de notre spectre du calcium avec celui de M. King montre que, à l'exception d'une raie dont il sera question plus bas, leur caractère est le même. Les raies les plus intenses de la flamme sont aussi les plus intenses du four, et il en est de même pour les plus faibles. M. King estime que la température de son four atteint environ 2800°, c'est aussi à peu près la température de la flamme oxyacétylénique : la similitude des deux spectres semble indiquer que l'agent qui produit leurs raies doit être le même et, des données de nos recherches publiées dans une Note précédente (2), nous concluons que ce sont des facteurs thermiques qui sont en jeu. Nous partageons donc les vues de M. King relatives aux résultats qu'il a obtenus dans son four électrique.

Si nous considérons toutes les flammes employées jusqu'ici, nous remarquons que, sauf celle de l'acétylène et de l'oxygène, aucune d'entre elles ne nous a fourni de raies pour le calcium dans la partie rouge, la dernière raie émise par le chalumeau oxhydrique est même déjà la raie 5270,4, et les flammes de température moins haute émettent des raies de longueur d'onde encore plus courte. La production des raies rouges demande donc une température assez élevée.

Un petit nombre des raies contenues dans la liste de M. King manquent dans la nôtre, mais nous sommes persuadés qu'elles y figureraient également, si le pouvoir séparateur était plus fort, ce qui atténuerait l'influence du spectre de bandes vertes et rouges.

---

(1) *Astrophys. Journal*, t. XXIX, p. 333.
(2) *Comptes rendus*, 13 décembre 1909.



Nous attirons particulièrement l'attention sur la raie la plus forte contenue dans la liste de M. King, et à laquelle il attribue la longueur d'onde 6708,18. Dans notre flamme, cette raie est l'une des plus faibles. M. King la considère comme étant une raie de basse température; il nous est impossible de partager cette opinion, nous pensons que cette raie est due à une impureté qui n'est autre que le *lithium*. La longueur d'onde exacte de cette raie, donnée par Rowland, est 6708,070 (¹), elle ne se trouve pas dans le spectre solaire, mais elle est caractéristique des taches solaires où, d'après M. Adams (²), sa longueur d'onde est 6708,08. La concordance de ces valeurs ne laisse aucun doute sur l'origine de cette raie : *le lithium doit donc se trouver dans le Soleil*. Si la raie 6708 était une raie de basse température du calcium, nous l'aurions certainement observée au cours de nos expériences avec des flammes qui nous ont permis d'opérer à des températures très variables. M. King ajoute que cette raie rouge 6708 est comparable, sous beaucoup de rapports, à la raie bleue 4227 qui est très forte, lorsque la température est peu élevée, et que le calcium est présent en faible quantité. Nous obtenons la raie bleue très facilement dans toutes nos flammes, où ne se voit aucune trace de la raie rouge, ce qui constitue un argument de plus en faveur de notre opinion que la raie rouge n'est pas due au calcium.

En outre, la concordance de toutes les autres raies du four de M. King avec celle de notre chalumeau oxyacétylénique, et le fait que la même température est atteinte dans les deux sources, semblent exclure toute possibilité de l'existence d'une forte raie du calcium qui présenterait des caractères aussi anormaux.

De ce qui précède, on peut tirer la conclusion que, grâce à la haute température de la flamme oxyacétylénique, son emploi est particulièrement indiqué dans des recherches parallèles à celles entreprises avec le four électrique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Réactions chimiques dans les gaz soumis aux pressions très élevées : décomposition de l'oxyde d'azote : formation du chlorure de nitrosyle*. Note de MM. **E. Briner** et **A. Wroczynski**, présentée par M. Georges Lemoine.

Dans une précédente Note (³), nous avons signalé quelques curieuses réactions chimiques qui intervenaient dans certains mélanges gazeux

(¹) *Table of Standard Wave-Lenghts*, 1893.
(²) *Contrib. of Mount Wilson Solar Observ.*, nº 40, p. 7.
(³) *Comptes rendus*, t. CLVIII, 1909, p. 1518.

soumis à des pressions très élevées. Dans ces expériences, la compression était réalisée en condensant les constituants gazeux dans un tube de verre très résistant, plongé dans l'air liquide et en laissant revenir ce tube à la température ordinaire, après l'avoir fermé au chalumeau. Le système était ainsi maintenu sous pression en l'absence de tout corps étranger capable de réagir avec lui; mais il était par contre impossible d'estimer, même avec une approximation grossière, les pressions agissantes.

En vue de mesurer ces pressions, nous avons repris ces essais en utilisant une pompe de compression, modèle Cailletet, construite pour produire des pressions allant jusqu'à 1000^{atm}.

Nous décrirons dans un autre recueil le dispositif expérimental, et nous nous bornerons à indiquer ici les résultats obtenus.

En comprimant à 300^{atm} et à la température ordinaire un mélange composé de 3^{vol} de NO et de 1^{vol} de HCl, nous avons vu, après 30 minutes environ, la phase gazeuse se colorer en rouge brun, ce qui caractérise la formation de chlorure de nitrosyle. Grâce à la capillarité du tube de compression, le chlorure de nitrosyle formé peut parfaitement subsister dans le haut de la phase gazeuse. D'ailleurs, après un certain temps, le mercure du ménisque est complètement transformé en chlorure, qui protège la phase gazeuse contre toute attaque de la part du mercure, si bien qu'au-dessus de la couche de chlorure de mercure, nous avons pu observer le chlorure de nitrosyle à l'état liquide. La vitesse de cette réaction croît notablement avec la pression, comme nous l'avons constaté en élevant la pression jusqu'à 720^{atm}. Cet essai confirme donc pleinement les observations faites par nous sur les tubes scellés.

Comme certaines raisons, entre autres l'apparition d'un liquide bleu après une compression prolongée et les résultats des analyses de la phase gazeuse, nous portaient à croire que le gaz NO devait se décomposer lui-même sous l'effet d'une pression élevée, nous avons appliqué le même mode opératoire à ce gaz seul.

Tout d'abord nous avons condensé dans quelques tubes plongés dans l'air liquide de l'oxyde d'azote parfaitement pur, en différentes quantités, de façon à obtenir des pressions différentes, selon le procédé déjà décrit. Le contenu de ces tubes était complètement incolore après leur retour à la température ordinaire; mais un jour après, on pouvait déjà reconnaître la formation d'une vapeur bleu verdâtre et même d'une petite goutte d'un liquide bleu vert dans ceux de ces tubes qui renfermaient beaucoup de NO et dans lesquels régnait, par conséquent, la pression la plus forte. La colonne de liquide bleu, qui est sans aucun doute de l'anhydride azoteux N^2O^3, augmentait d'ailleurs de jour en jour et a fini par atteindre, dans un tube, la longueur de 4^{cm} après 10 jours, c'est-à-dire par occuper environ le tiers du tube.

Ces expériences prouvent donc, d'une façon irréfutable, que le gaz NO se décompose sous l'effet de la pression, suivant l'équation

$$3NO = N^2O^3 + \frac{1}{2}N^2.$$

Mais cette réaction ne se manifeste, d'une manière appréciable, que si la pression atteint une certaine valeur, car dans un des tubes, qui était insuffisamment rempli, la phase gazeuse est restée parfaitement incolore après plus de 15 jours.

Nous avons, ensuite, soumis le gaz NO (toujours à la température ordinaire) à des pressions croissantes en utilisant la pompe à compression. En maintenant la pression à 28^{atm}, nous avons vu apparaître, après une dizaine d'heures, la coloration bleue de la phase gazeuse. Naturellement le ménisque de mercure était fortement attaqué par l'anhydride azoteux formé; malgré cela, après un jour, il s'est formé une goutte bleu vert de N^2O^3 dans le haut du tube. Cette expérience constitue donc une confirmation des essais effectués en tubes scellés. En opérant de même sur un autre tube contenant le gaz NO, mais à la pression de 150^{atm} seulement, nous n'avons enregistré, après quelques jours, qu'une faible diminution de volume et une légère attaque du ménisque; pour observer une décomposition appréciable, caractérisée par l'apparition d'une coloration bleue, nous avons toujours dû élever la pression jusqu'à 250^{atm}.

Cette décomposition permet d'expliquer très simplement le mécanisme de la formation de NOCl à partir de NO et HCl; il se forme d'abord N^2O^3, puis ce corps réagit avec HCl suivant l'équation

$$N^2O^3 + 2HCl = 2NOCl + H^2O.$$

La décomposition du gaz NO par la pression est conforme aux principes posés dans notre première Note; formation, par l'effet de pressions élevées et aux températures suffisamment basses, du système qui donne lieu à un travail des forces chimiques; or, la décomposition du composé endothermique NO en N^2O^3 et N^2 satisfait à cette règle puisqu'il y a dégagement de $43^{Cal},4$ dans la réaction

$$3NO = N^2O^3 + \tfrac{1}{2}N^2.$$

Nous étudions, actuellement, plus en détail le mécanisme de ces réactions, et nous nous proposons d'étendre ces recherches à d'autres gaz ou mélanges gazeux. Quoi qu'il en soit, la décomposition de NO par la pression montre qu'il est inutile d'étudier à un point de vue purement physique, les compressibilités de certains gaz ou mélanges gazeux aux pressions élevées, puisque ces pressions sont susceptibles de provoquer, après quelques temps, des réactions chimiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la loi de l'optimum de phosphorescence. Essai de théorie.* Note de M. L. **Brüninghaus**, présentée par M. A. Haller.

M. G. Urbain a donné récemment l'énoncé complet de la loi de l'optimum, auquel on voudra bien se reporter ([1]). En raison du caractère fondamental de cette loi, il a paru important d'en rechercher l'interprétation physique, aucune explication des phénomènes d'optimum n'ayant encore été proposée.

Un travail sur les relations entre l'absorption et la phosphorescence, dont les résultats les plus saillants ont été exposés dans la précédente Note ([2]), a donné lieu à une théorie assez simple de ces phénomènes.

J'ai montré que tout se passe comme si l'émission de lumière par phosphorescence était localisée dans les couches internes de la matière, les molécules phosphorogènes des couches superficielles n'agissant qu'en vertu de leur pouvoir absorbant, pour tamiser les radiations émises en profondeur.

Il en résulte immédiatement qu'à un accroissement de la concentration du phosphorogène correspondent deux actions de sens opposé :

1° Accroissement du nombre des molécules émissives, et par conséquent de l'intensité de la lumière rayonnée par la couche active, proportionnellement à la concentration;

2° Absorption plus grande de la lumière rayonnée, puisque la lumière transmise par une couche absorbante d'épaisseur constante ([3]) est proportionnelle à la quantité e^{-Bc}, e étant la base des logarithmes népériens, B une constante de la matière phosphorogène qui caractérise son pouvoir absorbant pour les radiations (supposées d'abord monochromatiques) considérées, c la concentration du phosphorogène.

Selon que l'un ou l'autre de ces deux facteurs l'emporte, l'intensité de la lumière se trouve accrue ou diminuée.

En somme, l'intensité d'une radiation dont les longueurs d'onde sont comprises entre des valeurs très voisines λ et $\lambda + d\lambda$ peut être représentée par la fonction $I = kce^{-Bc}$, et l'on sait que cette fonction passe par un maximum $\left(\text{pour } c = \frac{1}{B}\right)$, s'annule lorsque $c = 0$, et devient extrêmement

([1]) G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1472; *Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XVIII, 1909, p. 326.

([2]) *Comptes rendus* du 13 décembre 1909.

([3]) Nous admettons que la position de la couche active est indépendante de la concentration.

petite pour $c = 1$, et l'on reconnaît là les principaux faits qui ont donné lieu à l'énoncé de la loi de l'optimum. Si la radiation n'est pas monochromatique, on peut la considérer comme composée de divers flux élémentaires, dont les longueurs d'onde sont comprises entre $\lambda_1 + d\lambda$, $\lambda_2 + d\lambda$, ..., et à chacun desquels correspond une valeur de l'intensité représentée par les fonctions $I_1 = k_1 c e^{-B_1 c}$, $I_2 = k_2 c e^{-B_2 c}$, ...; chacune de ces fonctions passant par un maximum (optimum de la radiation considérée), pour les valeurs de la concentration égales à $\frac{1}{B_1}$, $\frac{1}{B_2}$, ... Le pouvoir absorbant d'une substance (représenté par les coefficients B_1, B_2, ...) étant généralement variable selon la longueur d'onde de la variation incidente, l'optimum de chaque radiation sera atteint pour une valeur différente de la concentration. Et l'on retrouve bien ainsi le contenu du paragraphe (2°) de la loi de l'optimum, qui interprète les changements de la couleur et du spectre de phosphorescence, lorsqu'on dilue le phosphorogène. [Ces changements, observés maintes fois par M. G. Urbain pour les terres rares (1), sont probablement un fait général, quoique plus difficile à constater pour les phosphorogènes usuels.]

Nos.	c.	I observé.	I calculé.	Observations.
1......	0	0	0	Les précipités de phosphate calcique sont formés de très petits grains dont la concentration en oxyde de manganèse n'est pas uniforme. Les matières 7, 8 et 9 contiennent notamment des grains visiblement moins concentrés qu'il n'est indiqué, qui brillent sur le fond plus sombre. Il en résulte que le nombre trouvé pour le n° 7 est certainement un peu trop fort. Pour 8 et 9, le fond est tout à fait obscur, et l'intensité observée est donc nulle.
2......	0,00001	0	0	
3......	0,0001	non mesurable	1	
4......	0,001	8	9	
5......	0,002	16	16	
6......	0,005	21	21	
7......	0,01	20	16	
8......	0,05	0	0	
9......	0,1	0	0	
10......	0,3	0	0	
11......	0,5	0	0	
12......	1,0	0	0	

Une vérification expérimentale rigoureuse de cette théorie est dans l'état actuel fort difficile. Il faudrait faire la photométrie des substances d'un optimum relativement à une radiation pratiquement monochromatique du spectre émis, et ceci est impossible, vu la faiblesse des phosphorescences comme sources de lumière. On a donc désiré simplement se rendre compte si une courbe des intensités, tracée expérimentalement, n'est pas inconciliable avec la courbe théorique. On a fait la photométrie d'un optimum

(1) G. Urbain, *Journal de Chimie physique*, 1906, nos 4, 5 et 6; *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XVIII, 1909.

de phosphate calcique manganésifère, très vivement phosphorescent en rouge, en considérant la totalité des radiations. Les mesures sont assez incertaines, en raison des colorations légèrement différentes des phosphorescences des diverses substances.

Ces mesures peuvent être considérées comme vérifiant, au degré de précision qu'elles comportent, la théorie proposée.

Resterait à rendre compte de ce que l'activité rayonnante passe par un maximum à une distance finie de la surface de la matière. Une hypothèse fort plausible, et vérifiable expérimentalement, est actuellement à l'étude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une démonstration de la loi des phases.* Note de M. R. **Boulouch**, présentée par M. A. Haller.

Dans sa réfutation (1) de mes critiques (2), M. Müller s'est borné à répéter, à peu près, ce que contient sa première Note.

Il est donc inutile de prolonger ici la discussion; je laisserai le lecteur averti en présence des arguments de M. Müller et des miens. Je laisserai aussi au lecteur le soin de démêler si, dans les raisonnements qu'on lui soumet, il n'aperçoit pas la trace d'une confusion entre trois choses essentiellement distinctes :

1° Les modifications *réelles* que subit un système hors d'équilibre, qui se transforme;

2° Les modifications virtuelles qu'on peut *imaginer* dans un système en équilibre;

3° Les échanges atomiques qui constituent l'équilibre mobile des théories atomistiques.

D'ailleurs, je demanderai à M. Müller, et cela vaudra infiniment mieux que toutes les affirmations gratuites ou non, de nous présenter, sous une forme un peu explicite, même dans le cas le plus simple, *une* équation $m = m'$ qui soit autre chose qu'une identité, ou la traduction immédiate d'une hypothèse.

(1) *Comptes rendus*, 6 décembre 1909.
(2) *Comptes rendus*, 30 août 1909.

CHIMIE. — *Sur la nécessité de préciser les réactions.* Note de M. H. **Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans une Communication portant le même titre que la présente Note et parue aux *Comptes rendus* de la séance du 6 décembre dernier, M. Colson, répondant à une critique que je lui avais adressée pour avoir *généralisé sans vérification* une réaction de Berthier (voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 735), dit « *qu'il a indiqué les sources de son article bibliographique, de sorte que la responsabilité des faits ne doit pas lui être imputée* ».

Incontestablement l'un de nous deux s'est trompé, et le meilleur mode pour trancher la question est la comparaison des textes.

Or, j'ai eu le soin dans ma Note de citer le passage du Mémoire de Berthier auquel M. Colson fait allusion et de produire, à côté, l'article bibliographique de M. Colson. La comparaison ne laisse aucune hésitation sur la conclusion à en tirer. Et en fait, de tous les Ouvrages autorisés de Chimie minérale que j'ai consultés et qui citent le travail de Berthier en donnant la même source que M. Colson, pas un, ni le Traité d'Abegg et Auerbach, ni celui de Dammer, ni ceux de Gmelin-Kraut ou de Graham-Michaëlis, non plus que le Dictionnaire de Ladenburg et d'autres encore, pas un, dis-je, n'a mentionné le phénomène de décomposition des sulfites doubles alcalins et d'argent *avec formation de sulfate*, ce que Berthier, en effet, ne dit pas et que M. Colson a inscrit dans son article sur l'argent.

Au lieu de s'en tenir, comme les auteurs cités, à la lettre du texte de Berthier, M. Colson a cru pouvoir généraliser sans vérification expérimentale, et le fait erroné, qu'il a énoncé, lui devient ainsi personnel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de nickel et de cuivre.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. A. Haller.

Dès 1876, Christofle et Bouilhet (¹) utilisaient des alliages de nickel et de cuivre, et, en 1896, par l'étude des courbes de fusion, M. H. Gautier (²) concluait à l'existence de la combinaison NiCu.

Pour la recherche des composés possibles, des mélanges intimes des deux

(¹) Christofle et Bouilhet, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVI, 1876, p. 419.

(²) H. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 172.

métaux, pris à l'état de poudres fines et absolument exempts de matières étrangères, de cobalt en particulier, avaient été fondus vers 1450° dans des nacelles en porcelaine disposées à l'intérieur de tubes de même nature, parcourus par de l'hydrogène pur et sec. On formait ainsi des alliages brillants malléables, surtout ceux riches en cuivre, ne s'oxydant pas sensiblement à l'air et présentant les reflets du cuivre pour des teneurs supérieures à 70 pour 100 de ce dernier.

L'acide azotique, bien que dilué, dissout complètement même à froid, les culots riches en cuivre et seulement à chaud, ceux chargés en nickel. L'acide chlorhydrique étendu, froid ou bouillant, qui n'a pas d'action sensible sur les alliages riches en cuivre, n'attaque que faiblement ceux qui en renferment peu; avec le même liquide à l'état concentré, c'est le cuivre qui domine dans les eaux d'attaque, dans le premier cas, l'autre métal pouvant même faire défaut; dans le second cas, c'est le nickel, surtout, qui entre en solution. L'acide sulfurique, qui se comporte généralement comme l'acide chlorhydrique, ne permet pas, avec les alliages à forte teneur en cuivre (90 pour 100), de séparer des substances exemptes de nickel, bien qu'il ne s'y trouve qu'en faible proportion.

Les corps ultimes, non cristallins, isolés dans ces *actions chimiques*, ne renfermaient les deux métaux que dans des proportions ne dépendant que des conditions expérimentales, ce qui semblait exclure tout composé défini.

Étude physique. — La courbe de fusion, refaite par Kurnakow et Zemezusny (1), d'une part, et W. Guertler et G. Tammann (2), d'autre part, concorde avec ces résultats, ainsi que l'étude qui a été effectuée des forces électromotrices (3).

Chacun des éléments à étudier comprend un métal à l'état pur (cuivre ou nickel) comme première électrode, un échantillon dosé de l'alliage, comme seconde, et une solution normale N de sulfate de nickel, représentant l'électrolyte. Le sulfate de cuivre en solution a dû être rejeté, son métal venant se déposer sur toute surface contenant du nickel. Avant toute mesure, chaque élément est abandonné à lui-même, pendant un certain temps, sa force électromotrice augmentant dans des proportions assez considérables pendant les premières minutes de l'immersion de ses électrodes, ce qui est un fait à peu près général; puis, elle ne s'élève que très lentement. Cependant, dans le cas actuel, un séjour trop prolongé entraîne un abaissement ultérieur de la valeur de la force électromotrice; du cuivre vient se déposer à la longue sur le nickel, lorsqu'on

---

(1) KURNAKOW et ZEMEZUSNY, *Zeit. an. Chemie,* t. LIV, 1907, p. 151.

(2) W. GUERTLER et G. TAMMANN, *Zeit. an. Chemie,* t. LVII, 1908, p. 25.

(3) E. VIGOUROUX, *Procès-verbaux de la Société des Sciences physiques de Bordeaux*, 8 juillet 1909.

oppose un pôle de ce métal à l'alliage ou bien sur ce dernier, dans le cas où c'est le cuivre qui lui est opposé. C'est la force électromotrice maxima de chaque élément, susceptible de se maintenir suffisamment longtemps, qui a été adoptée pour établir l'échelle de leurs valeurs relatives. Le dispositif est tel que les lectures aient lieu en quelques minutes. Les nombres obtenus ont permis d'établir le Tableau relatif aux deux systèmes

$$\overset{-}{Ni} \mid SO^4NiN \mid \overset{+}{Ni}Cu^x \quad \text{et} \quad \overset{+}{Cu} \mid SO^4NiN \mid \overset{-}{Ni}Cu^x,$$

ce dernier n'ayant été étudié que pour vérification.

Teneur en Cu pour 100.	Temps nécessaire pour atteindre le maximum de force électromotrice.		Force électromotrice correspondante en volts.	
	Pôle en Ni.	Pôle en Cu.	Pôle en Ni.	Pôle en Cu.
0	Quelques minutes	1 heure	0	0,3539
5	»	»	0,2574	0,1192
10	30 minutes	30 minutes	0,3100	0,0212
30	»	»	0,3178	0,0201
50	»	»	0,3228	0,0100
70	»	»	0,3350	0,0097
90	»	»	0,3438	0,0096
95	»	»	0,3458	0,0092
100	»	»	0,3508	0

Ces nombres, qui montrent que pour deux éléments montés avec un alliage de même teneur, comme premier pôle, mais avec le nickel ou le cuivre comme second, la somme des valeurs de leurs deux forces électromotrices correspond assez exactement à celle de l'élément établi avec les deux métaux purs, permettent de tracer les deux courbes de la figure 1, les résultats exprimés par l'une ne servant qu'à confirmer ceux de l'autre.

En résumé, l'étude chimique des alliages nickel-cuivre et surtout celle de leurs forces électromotrices ne permettent pas de conclure à l'existence de composés définis.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'azote nitrique par réduction à l'aide du système aluminium-mercure.* Note [1] de M. **Emm. Pozzi-Escot**, présentée par M. Ad. Carnot.

Les procédés de dosages de l'azote nitrique par réduction à l'état d'azote ammoniacal ne sont généralement pas appliqués dans la pratique, par suite

[1] Présentée dans la séance du 13 décembre 1909.

de la difficulté d'obtenir rapidement une réduction complète de l'azote nitrique en azote ammoniacal. Beaucoup d'agents réducteurs ont été proposés et tout particulièrement le zinc et l'aluminium.

Dans le cas de ce dernier métal, on sait que la réduction n'est jamais complète, même après plus de 12 heures d'attente ; des recherches que j'ai effectuées sur ce sujet m'ont montré qu'il est au contraire très facile d'obtenir en très peu de temps une réduction complète, en utilisant de l'aluminium-mercure.

G. Le Bon a montré que l'aluminium, qui a été légèrement frotté avec du mercure ou mis seulement un temps très court en contact avec une solution d'un sel de mercure, décompose très activement l'eau sans le concours d'un alcali ; j'ai utilisé cette réaction.

On opère directement dans le ballon de l'appareil de Schlœsing ; on introduit au plus $0^g,500$ de nitrate, 4^g à 5^g d'aluminium en rognures et quelques gouttes d'une solution saturée de bichlorure de mercure, de manière à bien mouiller l'aluminium, on ajoute encore un peu d'eau et l'on abandonne quelques minutes. Dès que la réaction se manifeste vivement, on ajoute un peu d'alcali fixe et on distille l'ammoniaque ; à la fin de la réaction, on ajoute un peu d'hypophosphite de soude pour détruire le peu de dérivé mercurammonique qui a pu se former.

Ce procédé de dosage donne de très bons résultats dans l'analyse des terres et dans l'analyse des engrais.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isoméries stéréochimiques de l'hexine* 3-*diol* 2-5. Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

M. Iotsitch a, par l'action sur le bromure de magnésium-acétylène, des aldéhydes et des cétones, obtenu des γ-glycols acétyléniques symétriques. En particulier (1), l'action de l'aldéhyde acétique lui a donné l'*hexine* 3-*diol* 2-5

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CHOH - CH^3.$$

Mais la présence, dans la molécule de ce corps, de deux carbones asymétriques, fait prévoir l'existence de deux isomères stéréochimiques (l'un d'eux dédoublable en inverses optiques). Il m'a paru intéressant de voir si ces deux corps ne se produiraient pas simultanément dans la réaction en question ; je fus donc conduit à tenter leur séparation.

(1) *Journ. Soc. phys. chim. r*, t. XXXV, 1903, fasc. 4, p. 430-431.

Le glycol dont je suis parti pour ces expériences est, comme l'indique Iotsitch, un liquide très visqueux. Il bouillait à 126°-128° sous 18^{mm}, et vers 220° à la pression ordinaire avec une légère décomposition.

I. L'action, sur ce glycol, de la quantité calculée de brome dissous dans du chloroforme, a fourni, d'une part, un précipité qui, bien lavé au chloroforme et cristallisé dans l'alcool, donne de beaux cristaux d'un *dibromure* $C^6H^{10}O^2Br^2$ fondant à 214°-215° avec sublimation partielle.

C'est là le bromure signalé par Iotsitch, pratiquement insoluble dans le chloroforme et dans l'eau, peu soluble dans l'alcool.

Mais, d'autre part, la liqueur chloroformique, distillée dans le vide, abandonne un *deuxième dibromure* de même formule brute que le précédent (ainsi que l'indique l'analyse). Ce corps, cristallisé dans l'eau ou dans l'alcool, donne de fines aiguilles fusibles à 119°-120°, assez solubles dans le chloroforme, beaucoup plus dans l'eau et l'alcool.

II. De ces deux bromures, nettement différents, on pouvait espérer, par l'action de la poudre de zinc en liqueur alcoolique, remonter à deux glycols différents. C'est ce que l'expérience a montré.

La réaction a demandé, pour se produire complètement, 5 à 6 heures de chauffe au bain-marie. La liqueur est ensuite mise en contact prolongé avec du carbonate de potassium pour bien éliminer tout le bromure de zinc, une trace de ce corps pouvant produire une décomposition explosive du glycol pendant sa distillation dans le vide.

Dans ces conditions, le premier bromure nous a donné un *premier glycol* bien cristallisé, bouillant à 122° sous 15^{mm} et fondant à 69°-70° :

$$d_{13}^{liq} = 1,0205, \qquad n_{D_{13}}^{liq} = 1,4698, \qquad R_M = 31,155 \text{ (calc. } 30,877).$$

Traité par le brome, il redonne le bromure fusible à 214°-215°. Par l'anhydride acétique, il donne une *diacétine* en gros cristaux fondant à 36°.

Le mélange primitif, amorcé avec quelques cristaux de ce glycol, a laissé déposer une certaine quantité de ce dernier, preuve de sa préexistence dans le produit de départ.

Le deuxième bromure donne un *deuxième glycol*, liquide, très visqueux, que je n'ai pu obtenir cristallisé. Il bout à 121° sous 15^{mm}:

$$d_{13} = 1,023, \qquad n_D = 1,4733, \qquad R_M = 31,277 \text{ (calc. } 30,877).$$

Traité par le brome, il redonne le bromure fusible à 119°-120°, et par l'anhydride acétique une *diacétine* fondant à 23°-24°.

III. Ces deux corps sont donc nettement différents. Ils ont un même

poids moléculaire, comme le prouvent l'analyse et la cryoscopie. Ce sont bien des glycols, puisqu'ils donnent des diacétines.

Enfin ces deux glycols correspondent bien à la formule symétrique indiquée

$$CH^3 - CHOH - C \equiv C - CHOH - CH^3,$$

car leur *oxydation* par une solution de permanganate à 1 pour 100 scinde la triple liaison et donne de l'*acide lactique* que j'ai pu caractériser à l'état de lactate de zinc $(CH^3 - CHOH - CO^2)^2 Zn, 3H^2O$.

Ces deux corps sont donc bien les deux isomères prévus et le glycol de Iotsitch en était un mélange.

Par l'étude des isoméries optiques, j'espère pouvoir d'ici peu résoudre complètement la question en attribuant à chacun de ces corps sa formule stéréo-chimique, et étendre ces résultats aux glycols saturés correspondants. Je me propose aussi de généraliser le procédé de synthèse des acides-alcools, brièvement indiqué ci-dessus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse de l'indigo tétrabromé*-5.7.5'.7' *et de l'indigo tétrachloré*-5.7.5'.7'. Note de M. **Danaila**, présentée par M. A. Haller.

On a remarqué que les dérivés halogénés, et surtout les dérivés bromés, surpassent comme valeur industrielle l'indigo lui-même, étant plus résistant et colorant avec des nuances bleu violet plus vives. De ce moment-là, les grands producteurs de l'indigo synthétique commencèrent leurs essais de substitution directe.

Jusqu'en 1907, si l'on juge d'après les brévets parus, on n'a obtenu que des dérivés halogénés mono- et bisubstitués. Et c'est seulement à la fin de 1907 que la Société des produits chimiques de Bâle réussit à préparer par substitution directe des dérivés tri-, tétra- et même hexahalogénés.

Ces derniers résultats m'ont fait poursuivre la recherche des synthèses ci-dessus mentionnées dans l'intention d'identifier la constitution des dérivés correspondants industriels.

En partant de l'isatine dibromée et dichlorée et en suivant la voie imaginée par A. v. Baeyer (¹) en 1879 pour la synthèse de l'indigo non substitué et

(¹) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XII, 1879, p. 456, 1315, 1316.

de l'indigo disubstitué, j'ai préparé l'indigo tétrabromé et tétrachloré. Au moyen de l'acide iodhydrique dissous dans l'acide acétique, j'ai réduit les chlorures correspondants de l'isatine dibromée et dichlorée.

Le mécanisme de cette réduction a été donné par Baeyer ([1]) comme très probable, en admettant : 1° une addition de 2[at] d'hydrogène au chlorure de l'isatine, substituée ou non, puis 2° une élimination d'acide chlorhydrique.

L'indigo tétrabromé-5.7.5'.7' est obtenu en réduisant à froid la solution benzénique du chlorure de l'isatine dibromée au moyen d'une solution acétique d'acide iodhydrique ([2]).

Nous avons préparé l'isatine dibromée d'après les indications de Baeyer et Oekonomides ([3]), en bromant l'isatine monobromée.

L'indigo tétrabromée, ainsi obtenu, est un peu soluble dans l'acide acétique glacial, plus soluble dans l'acide sulfurique, dans le nitrobenzène et dans le xylol. On obtient de la solution bouillante de nitrobenzène et de xylol de petits cristaux violets.

Le spectre d'absorption de l'indigo tétrabromé, dissous dans le xylol, présente dans le rouge jaune une bande d'absorption estompée vers le bord droit et dont l'axe correspond à $\lambda = 611,5$. Le nitrobenzène, employé comme dissolvant, déplace un peu vers le rouge la bande d'absorption. L'axe ainsi déplacé correspond à $\lambda = 620$.

Les positions des deux atomes de brome de l'isatine dibromée étant déterminées ([4]) dans la position 5.7

la constitution de l'indigo tétrabromé ([5]) doit être nécessairement 5.7.5'.7' :

---

(1) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XXXIII, Sonderheft, 1900, p. 51.

(2) Voyez le *Moniteur scientifique* du mois de janvier 1910.

(3) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XV, 1882, p. 2098.

(4) *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XV, 1882, p. 2098; Grandmougin, *Berichte*, t. XLII, n° 16, 1909.

(5) M. Grandmougin a trouvé pour un produit industriel, obtenu par substitution directe, la même constitution. (Voir *Berichte der. deut. chem. Ges.*, t. XLII, n° 16, 1909, p. 4410.)

L'*indigo tétrachloré* a été obtenu dans les mêmes conditions que le produit tétrabromé, en réduisant le chlorure de l'isatine dichlorée.

L'indigo tétrachloré, en poudre, est plus violet que l'indigo tétrabromé et présente presque les mêmes rapports de solubilité que lui, en cristallisant aussi de la solution bouillante de nitrobenzène et de xylol.

Le spectre d'absorption de l'indigo tétrachloré, dissous dans le xylol, présente une bande d'absorption, dont l'axe correspond à $\lambda = 604,5$. L'axe déplacé, dans la solution de nitrobenzène, correspond au contraire à $\lambda = 615$.

En fondant l'isatine dichlorée, que nous avons employée ([1]), avec de la potasse, on obtient par distillation l'aniline dichlorée 2.4 qui, cristallisée de l'alcool dilué ou de l'éther de pétrole, fond à 63°-64°.

Les positions des deux atomes de chlore de l'isatine dichlorée, que nous avons employée, sont par conséquent dans les positions ortho et para par rapport à l'atome d'azote. D'où la constitution de l'indigo tétrachloré ([2]) obtenu par synthèse doit être nécessairement la suivante :

CO CO
Cl 4' 5' 3' 2' C = C 2 3 4 5 Cl
6' 7' 1' 1 6 7
NH NH
Cl Cl

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La cellase et le dédoublement diastasique du cellose.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **M. Holderer**, présentée par M. E. Roux.

L'hydrolyse complète de l'amidon et celle de la cellulose donnent un produit unique : le glucose ordinaire. Aussi a-t-on pensé d'abord que les deux saccharides avaient la même constitution chimique et ne différaient l'un de l'autre que par le degré de condensation moléculaire. Les recherches relativement récentes de Skraup et König ([3]), sur l'hydrolyse partielle de la cellulose, démontrent, au contraire, qu'il y a une différence profonde de

---

([1]) Ce produit fond à 223°-224° et provient de Badische Anilin und Sodafabrik, qui a eu la bonté de me livrer ce matériel.

([2]) Un indigo tétrachloré, probablement le même isomère, a été obtenu par Gnehm en partant du dérivé orthonitré de l'aldéhyde benzoïque dichloré, mais qui n'a pas été complètement caractérisé. (Voir *Berichte der deut. chem. Ges.*, t. XVII, 1884, p. 753.)

([3]) *Ber.*, t. XXXIV, 1901, p. 1115.

constitution entre cette substance et l'amidon : elle fournit, comme avant dernier terme, du cellose et non du maltose.

En vue d'élucider le problème de la digestion diastasique de la cellulose, il était donc intéressant de rechercher s'il existe une diastase particulière, une cellase, différente de la maltase.

Les expériences que nous avons entreprises ont montré d'abord que la maltase est inactive sur le cellose. Comme source de maltase, nous avons pris le sérum aseptique de cheval normal.

100^{mg} de cellose pur, préparé suivant les indications de Maquenne et de Goodwin ([1]), ont été placés dans un tube à essais bouché avec de l'ouate, et, après stérilisation à $+115^\circ$ pendant un quart d'heure, ce qui n'hydrolyse pas le cellose, nous y avons ajouté, aseptiquement, 5$^{cm^3}$ du sérum. Le mélange a été laissé 2 jours à l'étuve à $+37^\circ$, puis déféqué au sulfate mercurique et analysé ([2]). D'autre part on a préparé un second tube, semblable en tous points au premier, mais on a déféqué et analysé son contenu aussitôt après le mélange du sérum avec le sucre. On a trouvé ainsi que le pouvoir réducteur n'avait pas augmenté pendant le séjour à l'étuve, par conséquent que le cellose n'avait pas été dédoublé par le sérum. Or, celui-ci renfermait bien de la maltase, puisqu'une expérience-témoin, réalisée sur deux tubes préparés comme ci-dessus avec du maltose au lieu de cellose, accusait un dédoublement de 40 pour 100.

Nous avons alors cherché si la macération aqueuse d'*Aspergillus niger*, préparée d'après la méthode décrite autrefois par Duclaux ([3]), ne renfermerait pas une diastase capable de dédoubler le cellose. Des expériences préliminaires, analogues aux précédentes, mais effectuées avec du cellose et de la macération d'*Aspergillus*, ont montré qu'il était possible d'obtenir facilement une hydrolyse de 80 à 90 pour 100 du sucre mis en œuvre. Nous avons alors fait agir, toujours aseptiquement, 400$^{cm^3}$ de macération d'*Aspergillus* sur 4^g de cellose.

Après 3 jours de contact, à la température de $+37^\circ$, nous avons trouvé que le dédoublement était presque total. Nous avons alors distillé la solution dans le vide, repris le résidu par l'alcool bouillant, filtré et distillé à nouveau dans le vide à consistance de sirop. Celui-ci, amorcé avec une trace de glucose pur, n'a pas tardé à se prendre en masse. On a séparé les cristaux à la presse. Il y en avait 3^g,67. Pour s'assurer que c'était bien du glucose, on les a dissous dans l'eau et, sur le volume amené à 25$^{cm^3}$, on a pris à la fois le pouvoir rotatoire et le pouvoir réducteur. Calculés en glucose, le premier indiquait 3^g,23 et le second 3^g,28. En outre, on a chauffé une partie du liquide avec de l'acétate de phénylhydrasine : l'osazone, séparée avec un bon

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 854.

([2]) Les détails complémentaires seront donnés dans le Mémoire qui paraîtra prochainement dans un autre Recueil.

([3]) *Chimie biologique*, Paris, 1883.

rendement, avait l'aspect et le point de fusion de la glucosazone. Le cellose avait donc bien été dédoublé et transformé entièrement en glucose.

La macération d'*Aspergillus niger* renferme, comme on sait, toute une série de diastases hydrolysantes des saccharides, parmi lesquelles la maltase, la sucrase, l'émulsine, et la tréhalase ont été complètement ou presque complètement individualisées. Il y avait donc lieu de se demander si la diastase du cellose ne se confondait pas avec l'une d'elles. Les expériences rapportées au début de cette Note ont déjà montré que la maltase n'hydrolyse pas le cellose. Il en est exactement de même pour la sucrase. L'expérience a été tentée avec une préparation extraite de la levure haute : dans les conditions où 65 pour 100 du saccharose ont été hydrolysés, le cellose est resté intact.

En ce qui concerne l'émulsine et la tréhalase, la solution définitive du problème doit être réservée, car il n'y a pas actuellement de sources connues de ces diastases qui puissent être considérées comme suffisamment exclusives. Les préparations retirées des amandes douces ou des noyaux d'abricot, riches en émulsine, dédoublent assez activement le cellose, même après filtration à la bougie de porcelaine. Celles qui sont obtenues en partant de l'orge ou du malt, et dans lesquelles se trouvent notamment de l'émulsine et de la tréhalase, possèdent aussi une action très nette ([1]). Il est seulement très probable, étant données les différences de constitution du cellose, de l'amygdaline et du tréhalose, qu'il faut vraiment trois diastases distinctes pour hydrolyser ces substances.

Seuls, parmi les saccharides étudiés aujourd'hui, le maltose, l'isomaltose et le gentiobiose présentent une grande analogie avec le cellose ; comme ce dernier, ils sont formés par l'union de 2^{mol} de glucose ordinaire et sont doués, en même temps, de pouvoir réducteur. Nous venons de démontrer que la cellase est distincte de la maltase. Attaque-t-elle aussi l'isomaltose et le gentiobiose ou bien y a-t-il, contrairement à une supposition de E. Fischer et G. Zemplén ([2]), plusieurs diastases correspondantes? Ce sont là des questions auxquelles de nouvelles expériences permettront seules de répondre.

([1]) Les principaux de ces résultats ont fait l'objet d'une communication préliminaire au dernier Congrès de Chimie tenu à Londres et ont été rapportés par la *Wochensch. f. Brauerei*, t. XXVI, p. 380-381.

([2]) Qui n'ont pas obtenu d'action sur le cellose avec l'*Aspergillus* (*Ann. der Chemie*, t. CCCLXV, 1909, p. 1).

MINÉRALOGIE. — *Évolution minéralogique des minerais de fer oolithiques primaires de France.* Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Michel Lévy.

Les minerais de fer oolithiques actuellement connus dans les terrains primaires de France sont répartis en différents points de la presqu'île armoricaine et de l'Ardenne. La plupart sont d'âge silurien; quelques-uns se rapportent au Dévonien.

Ces minerais réalisent deux types bien distincts. Les plus nombreux sont essentiellement oolithiques et dépourvus de restes organiques, les autres contiennent une proportion très variable de débris organiques et sont par exception des minerais véritablement organogènes. Les uns et les autres ont une histoire qui est la même dans ses grandes lignes, et que je vais retracer brièvement en passant en revue les transformations subies par les oolithes et les organismes.

I. *Évolution minéralogique des oolithes.* — Trois minéraux jouent un rôle capital dans la composition des oolithes, ce sont : le fer carbonaté, le fer silicaté (bavalite, etc.) et le fer hématisé. Chacune de ces trois substances peut former à elle seule un grand nombre d'oolithes, mais dans une foule d'individus elles sont intimement associées.

De ces trois éléments, la sidérose est le plus ancien : elle est rongée, déchiquetée et remplacée peu à peu par le fer silicaté; on peut d'ailleurs noter tous les passages entre l'oolithe en sidérose et l'oolithe en bavalite. Les relations entres ces deux minéraux établissent, sans réserve possible, que le fer silicaté dérive du fer carbonaté.

Entre le fer silicaté et l'hématite rouge, il existe un rapport analogue. La bavalite des oolithes se transforme, en effet, en hématite rouge, ainsi que M. Lacroix [1] l'avait déjà reconnu dans les minerais de La Ferrière-aux-Étangs (Orne). Le même échantillon peut réunir toutes les phases intermédiaires, entre les oolithes vertes exclusivement constituées par la bavalite et les globules oolithiques formés d'hématite rouge. Les témoignages en faveur de cette dérivation abondent dans presque tous les minerais passés en revue.

Quand ces trois composés ferrugineux figurent dans la même oolithe, ils sont distribués de la manière suivante : la sidérose occupe le centre, la bavalite la zone moyenne, et l'hématite rouge la périphérie. La bavalite pénètre dans le fer carbonaté, comme si elle l'avait envahi par corrosion, et elle est à son tour rongée par l'hématite rouge.

---

[1] A. Lacroix, *Minéralogie de la France*, t. III, fasc. 1, 1901, p. 279.

Il en résulte que la constitution des oolithes ferrugineuses est souvent telle qu'un élément renferme des témoins d'une série de compositions qu'il a présentées, au cours de son histoire, et qu'il les montre du centre vers la surface, suivant un ordre qui est celui de leur ancienneté. Chacun des éléments en question résume et condense, sinon toute l'histoire des oolithes, du moins quelques-unes de ses principales phases.

Parmi les matières qui s'ajoutent accessoirement aux trois minéraux précédents, il en est une dont l'importance théorique est très grande : c'est le carbonate de chaux. J'en ai reconnu la présence au sein de très rares oolithes ferrugineuses des minerais siluriens de la presqu'île armoricaine, dans les minerais eiféliens de l'Ardenne franco-belge où il est d'une grande fréquence et dans le minerai silurien de Clinton (États-Unis). Dans ce dernier gîte, les oolithes calcaréo-ferrugineuses sont parfois répandues à profusion. Si l'on fait état des circonstances de gisement de la calcite dans ces minerais et de ses relations avec les éléments ferrugineux des oolithes, on peut conclure, sans sortir le moins du monde des faits d'observation, qu'avant d'être ferrugineuses, une partie des oolithes étaient calcaires.

2. *Évolution minéralogique des organismes.* — Les organismes de différente nature qui entrent dans la composition des minerais siluriens et dévoniens nous fournissent un point de départ indiscutable pour établir l'enchaînement des métamorphoses auxquelles ils ont été soumis. J'ai observé dans ces minerais, et parfois en nombre considérable, des débris de *Bryozoaires*, de *Brachiopodes*, de *Mollusques*, d'*Encrines* et des Algues du groupe des *Girvanella*. Personne ne peut révoquer en doute que ces organismes étaient calcaires à l'origine.

Or ces organismes ont subi une évolution identique à celle des oolithes. Dans un minerai comme celui de l'Hermitage (Côtes-du-Nord), il y a des restes d'Encrines à structure bien conservée, épigénisés par la sidérose, la magnétite, la bavalite, etc., et qui sont intimement associés à des oolithes en sidérose, en magnétite, en bavalite, etc.

Ailleurs, ce sont encore des vestiges d'Encrines ou d'autres organismes, transformés en hématite rouge à côté d'oolithes hématisées.

Il en résulte qu'une composition donnée pour les oolithes implique la même composition pour les organismes qui les accompagnent. Cette observation, dont l'importance ne saurait échapper, peut être répétée chaque fois que le minerai est fossilifère.

D'autre part, il est à remarquer que la succession des transformations minérales est la même que pour les oolithes. La règle est que la sidérose, la bavalite et l'hématite rouge se succèdent dans le temps, avec la possibilité

d'un passage direct du fer carbonaté au fer hématisé, comme dans les corps oolithiques.

Conclusions. — L'évolution minéralogique des organismes, à test primitivement calcaire, parallèle terme à terme à celle des oolithes, crée tout au moins une forte présomption en faveur d'un point de départ identique pour les matériaux en présence. Cette présomption se change en preuve dès que l'on fait entrer en ligne de compte la présence du calcaire à l'intérieur d'oolithes, la diffusion du carbonate de chaux dans les minerais eiféliens et la multitude d'oolithes restées partiellement calcaires dans le minerai silurien de Clinton.

Faut-il étendre cette conclusion aux seuls minerais qui contribuent à l'étayer, et qui sont d'ailleurs nombreux, ou l'appliquer à tous nos minerais oolithiques primaires? Je n'hésite pas, pour ma part, à y voir l'expression d'une règle absolument générale. Si elle paraît souvent en défaut, c'est parce que beaucoup d'échantillons, d'évolution trop avancée, n'ont gardé aucune trace de leur composition minéralogique initiale.

Il convient d'ajouter que les minerais paléozoïques se prêtent, moins que tous les autres, à la démonstration que les minerais de fer oolithique étaient calcaires à l'origine, aussi bien par leurs oolithes que par leurs organismes, et que l'étude des minerais secondaires apportera de nouveaux et solides arguments à l'appui de cette thèse.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la décomposition chimique des roches.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. L. Maquenne.

La désagrégation des masses rocheuses, dont procède la terre arable, comporte un travail mécanique de fragmentation qui devait aboutir à la production des composants minéraux originels et un travail chimique de décomposition, caractérisé par la formation de dérivés tels que les carbonates alcalins et terreux, l'argile, etc. On admet généralement que l'eau chargée d'acide carbonique a été le principal agent de cette dégradation. Mais, si l'on considère l'énorme quantité de chlorures existant dans les eaux marines, il faut supposer qu'une action chimique plus violente se manifesta, dès l'origine, quand les premières vapeurs atmosphériques (chargées surtout d'acide chlorhydrique) s'abattirent à la surface des roches primitives. Plus tard, à cette phase active de décomposition succéda la phase lente, avec le gaz carbonique dissous comme facteur essentiel. Ces diverses phases sont

d'ailleurs nettement caractérisées par la production des minéraux chlorurés et des minéraux carbonatés ([1]).

Partant de ce fait, il nous a paru intéressant de comparer les effets de toutes ces actions. Nos essais ont porté sur 2^g de différentes roches finement pulvérisées et immergées dans 200^{cm^3} d'eau pure ou additionnée d'acide chlorhydrique et de chlorure de calcium (à la dose de 5 pour 100). Les poussières de la série A ont été employées directement, à l'état naturel; celles de la série B furent soumises préalablement à l'action d'un courant d'acide carbonique. Toutes les expériences durèrent une semaine.

1° *Action de l'acide carbonique.* — On connaît l'action désagrégeante de l'acide carbonique dissous, depuis les belles expériences de M. Ebelmen et de M. Müller. Par un contact prolongé, ce corps attaque les oxydes alcalins et terreux des silicates complexes, notamment des éléments feldspathiques et micacés. Dans nos essais, la potasse dissoute s'élève à près de 8^{mg} tandis que l'eau pure en accuse au maximum $1^{mg},32$.

	Potasse dosée (en milligrammes).		
	Eau + CO^2.	Eau pure.	Différences.
Gneiss leptynisé	7,72	0,31	7,41
Leptynite pure	7,90	0,32	7,58
Granite du Morvan	6,24	0,54	5,70
Le même altéré	7,64	1,32	6,32
Porphyre syénitique	6,24	0,62	5,62
Porphyre quartzifère	6,56	0,93	5,63

Nous n'avons dosé que l'alcali, dans les liquides filtrés, parce que les autres éléments dissous ne réagissaient pas de façon apparente aux réactifs les plus sensibles.

2° *Action de l'eau pure.* — On sait que les roches porphyrisées en présence de l'eau donnent habituellement des solutions à réaction alcaline faible, sensible au méthylorange et à la phénolphtaléine. Nous avons étudié comparativement l'action de l'eau distillée bouillie sur les poussières rocheuses brutes (série A) et sur les résidus insolubles

([1]) Nous pensons que les premières mers contenaient en dissolution différents chlorures, avec prédominance du chlorure de calcium. Les carbonates alcalins formés dans la seconde phase de décomposition (sous l'action du gaz carbonique) furent entraînés dans les eaux marines et précipitèrent les chlorures terreux à l'état de carbonates insolubles. Telle serait, à notre avis, l'origine des masses calcaires des terrains jurassiques et crétacés.

de l'opération précédente (série B). Voici les résultats obtenus:

	Potasse dosée (en milligrammes).		
	Série B.	Série A.	Différences.
Gneiss leptynisé	0,87	0,31	0,56
Leptynite pure	0,76	0,32	0,44
Granite du Morvan	1,19	0,54	0,65
Le même altéré	2,64	1,32	1,32
Porphyre syénitique	1,08	0,62	0,46
Porphyre quartzifère	1,33	0,93	0,40

En comparant les dosages de la série A et de la série B, on voit que ces derniers sont sensiblement plus élevés. Nous en attribuons la cause à un commencement de kaolinisation produit par l'influence de l'acide carbonique sur les minéraux silicatés; les matières colloïdales formées en petite quantité ont absorbé une portion du carbonate alcalin que des lavages prolongés à l'eau redissolvent progressivement.

3° *Action de l'acide chlorhydrique.* — Les minéraux silicatés, malgré leur résistance aux réactifs étendus, sont attaqués faiblement, à froid, par une solution chlorhydrique à 5 pour 100. Ils abandonnent des quantités très inégales d'alumine, de fer, de magnésie, de chaux et d'alcalis. Les résultats obtenus après 8 jours sont consignés dans le Tableau suivant, à l'exception de la potasse et de la soude qui n'ont pas été dosées.

		Éléments dissous par HCl à froid.			
		Alumine.	Fer.	Magnésie.	Chaux.
		mg	mg	mg	mg
Gneiss leptynisé.	A	1,30	3,31	0,72	2,24
	B	2,07	4,73	3,16	6,60
Leptinite pure.	A	0,00	1,57	0,72	2,69
	B	0,03	2,50	2,22	3,13
Granite du Morvan.	A	0,00	5,50	0,72	2,46
	B	1,30	7,20	5,04	4,59
Le même altéré.	A	7,70	19,00	2,30	4,48
	B	9,00	22,10	4,96	4,25
Porphyre syénitique.	A	2,58	4,42	0,86	4,05
	B	2,63	9,57	5,10	5,15
Porphyre quartzifère.	A	1,50	5,50	1,15	1,56
	B	1,30	6,30	5,04	4,59

On remarquera que toutes les roches de la série A, préalablement immergées dans l'eau pure pendant une semaine, abandonnent généralement moins de matériaux que celles de la série B provenant d'un traitement à l'eau chargée d'acide carbonique, et qui sont déjà en partie altérées. Il semblent donc que les bases terreuses offrent une moindre résistance aux agents dissolvants. Ce sont les éléments calciques et ferro-

magnésiens qui cèdent le plus facilement à l'action de l'acide chlorhydrique étendu; sauf de rares exceptions, l'alumine se montre plus résistante.

4° *Action du chlorure de calcium.* — Au contact des poussières rocheuses, les minéraux chlorurés dissous ont provoqué, vraisemblablement, des phénomènes de substitution donnant surtout lieu à des échanges de bases. En faisant réagir, par exemple, le chlorure de calcium (à 5 pour 100) sur du kaolin et des feldspaths porphyrisés, riches en potasse, nous avons observé une mobilisation assez rapide de l'alcali, conformément à ce qui se passe dans le sol. On a obtenu, après un contact de 8 jours :

	Potasse mobilisée.
	mg
Kaolin	6,83
Orthoclase	15,78
Microcline	16,12
Labrador	9,26

Les actions mobilisantes sont d'autant plus sensibles, toutes choses égales d'ailleurs, que la porphyrisation est plus avancée. Il semble que les solutions salines, par un contact prolongé, provoquent aussi des phénomènes d'épigénisation avec certaines espèces minérales, notamment avec les micas.

Ces diverses expériences montrent que les roches pures, réduites en poussière, sont attaquables par les solutions acides ou salines. Dans tous les cas, l'attaque s'effectue très lentement et dans une limite assez faible; elle est fonction de leur degré de finesse et de leur état d'altération préalable. Dès lors, on s'explique pourquoi, malgré les effets d'une culture très ancienne, les particules sableuses du sol ont conservé leur nature minéralogique propre, et cela à tel point que la terre végétale, examinée au microscope, nous apparaît comme une poussière rocheuse agglutinée simplement par une quantité relativement faible de colloïdes minéraux et humiques.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'*Adenium Hongkel, *poison d'épreuve du Soudan français.* Note de MM. **Em. Perrot** et **M. Leprince**, présentée par M. Guignard.

Au cours de son premier voyage scientifique à travers l'Afrique occidentale, M. Aug. Chevalier signalait à l'un de nous l'existence, dans le Haut-Sénégal, d'un arbuste appelé par les indigènes *Kidi-Saramé* et qu'il identifiait avec l'*Adenium Hongkel* D. C. (Apocynacée). Les inflorescences et le pédoncule floral étaient employés dans la thérapeutique indigène, mais

servaient surtout de poison d'épreuve, en raison de la grande toxicité des principes qu'ils renfermaient.

Quelques années plus tard, M. G. Audan, commis des affaires indigènes, en nous confirmant et précisant ces indications, nous fait un envoi suffisant d'inflorescences de Kidi-Saramé dont nous avons aussitôt entrepris l'étude.

L'échantillon reçu comprenait exclusivement les inflorescences d'*Adenium Hongkel* avec fleurs rouge violacé et pédoncules floraux.

De Candolle (1) donne seul une description du genre *Adenium* et de l'*Adenium Hongkel* en particulier. Il le désigne comme un arbuste à feuilles sessiles, ovales-oblongues, atténuées à la base et dentées à la pointe, glabres, à bractées lancéolées ou linéaires plus longues que le pétiole. Les pédoncules sont couverts de poils, le calice pubescent sur sa face externe, les lobes de la corolle ovales aigus; il y a de deux à quatre fleurs à l'extrémité des rameaux. La plante fleurit en mars, fructifie en mai et se couvre de feuilles en septembre. Aug. Chevalier a donné de la plante une figure excellente en 1902 (2). M. Pobéguin (3) dit qu'elle existe jusqu'au Fouta-Djalon, et qu'elle est appelée *Bouron* ou *Kourané* par les indigènes.

Ayant vérifié expérimentalement le pouvoir toxique très considérable de l'extrait hydro-alcoolique d'inflorescences d'*Adenium Hongkel*, nous avons entrepris une série d'études en vue d'isoler le principe actif; la recherche des alcaloïdes fut complètement négative.

Prévoyant alors l'existence d'un glucoside qui serait doué des propriétés toxiques attribuées à la plante, nous avons épuisé l'extrait hydro-alcoolique par le chloroforme; après évaporation le résidu est repris à l'alcool à 95°, puis précipité par l'eau distillée. Le précipité formé est dissous de nouveau dans le chloroforme et, après un certain nombre de purifications successives, nous avons obtenu un corps pulvérulent jaune clair amorphe, fondant à 84°-85°, complètement insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool concentré, le chloroforme, soluble dans l'éther, l'éther acétique, l'acide acétique, insoluble dans le benzène. Au contact de l'acide sulfurique il donne une coloration rouge violet intense. Il nous a été impossible d'obtenir ce corps à l'état cristallisé. Il ne renferme pas d'azote.

Ayant cherché à l'hydrolyser, nous n'avons pu obtenir, par dédoublement, ni sucre réducteur, ni ultérieurement d'hydrazone bien caractérisée; force nous a donc été d'abandonner l'idée d'un glucoside et nous avons dû supposer que ce corps, non basique puisqu'il ne contient pas d'azote, non acide

(1) De Candolle, *Prod.*, t. VIII, p. 412.

(2) *Annales de l'Institut colonial de Marseille,* 1902, *Pl. VI.*

(3) H. Pobéguin, *Essai sur la flore de la Guinée française*, Paris, 1906.

puisqu'il ne se dissout pas dans les alcalis, devait être rangé dans une autre série organique, et nous nous réservons de pousser plus loin nos investigations.

La combustion nous a donné la composition centésimale suivante :

C : 59,25,
H : 7,7,
O (par différence) : 33,05.

La cryoscopie de la solution acétique a donné un poids moléculaire de 410 environ, ce qui nous conduirait très sensiblement à la formule

$$C^{20}H^{31}O^{8},$$

à laquelle nous n'attachons d'importance que par suite de la concordance des chiffres dans les deux opérations plusieurs fois répétées.

Ce corps nous a paru être le véritable principe actif de l'*Adenium Hongkel;* il faut, en effet, le manier avec grandes précautions, car il possède une action sternutatoire très prononcée et, de plus, sa toxicité est très grande.

Les recherches pharmacologiques en cours ont permis de reconnaître que ce corps devait être rangé à côté des poisons cardiaques violents, comme la strophanthine, l'abyssine, etc.

PHYSIOLOGIE. — *Effets physiologiques généraux de l'urohypotensine.* Note de MM. **J.-E. Abelous** et **E. Bardier**, présentée par M. Bouchard.

Dans des Communications précédentes nous avons surtout décrit l'action de l'urohypotensine sur la pression artérielle. La présente Note a pour but d'exposer les effets généraux de cette substance sur le lapin et sur le chien.

Lapin. — L'injection intra-veineuse, à la dose de 12^{cg} à 15^{cg} (en ne tenant pas compte des matières minérales contenues dans l'urohypotensine malgré une dialyse prolongée et qui n'ont par elles-mêmes aucun effet, comme nous nous en sommes assurés), est fatalement mortelle. La mort est précédée de convulsions toniques avec exorbitisme, myosis punctiforme, arrêt de la respiration et du cœur.

Ces troubles mortels ne sont pas dus à des coagulations intra-vasculaires, car ils se produisent malgré l'injection d'hirudine qui rend le sang incoagulable.

Pour des doses inférieures, on observe à la suite de l'injection un myosis intense et prolongé, une vaso-dilatation très manifeste des vaisseaux de l'oreille et une torpeur

profonde. L'animal demeure immobile, comme plongé dans une invincible somnolence. Sa respiration est considérablement ralentie; il salive assez abondamment. Il laisse tomber sa tête sur la table et conserve, sans résistance, l'attitude qu'on lui donne.

Durant cette narcose, il présente des mictions et des défécations répétées. Les matières, d'abord dures, ne tardent pas à devenir presque liquides.

Cet état peut durer jusqu'à 1 heure et plus. La température de l'animal s'abaisse de 2° à 3°. Pour des doses inférieures, ces symptômes s'atténuent peu à peu et l'animal paraît au bout de quelques heures revenir à son état normal. Il faut dire que tous les animaux ne se rétablissent pas et qu'un assez grand nombre meurt au bout d'un temps plus ou moins long, après avoir présenté des signes de dénutrition très marqués.

A l'autopsie des animaux, on constate, comme lésions principales, de la congestion pulmonaire et encéphalique, associées assez souvent l'une et l'autre à de l'œdème, et une forte hyperémie des glandes surrénales.

Chien. — Pour les chiens, la dose mortelle paraît être de 6^{cg} à 8^{cg} par kilogramme. Mais la mort n'est pas immédiate, elle survient seulement de 3 à 6 heures après l'injection.

Les troubles présentés par l'animal offrent la plus grande analogie avec ceux que M. Ch. Richet a signalés dans l'intoxication par l'actino et la mytilo-congestine.

De suite après l'injection le chien reste immobile, les pattes postérieures raides et écartées, la tête pendante comme plongé dans un abrutissement complet, absolument insensible aux appels et aux excitations extérieures. La respiration est très ralentie. Bientôt, comme accablé de fatigue, il se laisse choir et reste étendu, les membres raidis, agités de secousses fibrillaires, avec une contracture très marquée des parois abdominales.

Il se relève péniblement, en proie à un violent ténesme vésical et rectal. Il urine et défèque à plusieurs reprises. Les matières, d'abord dures, deviennent bientôt molles, enrobées de mucus sanguinolent. Les efforts de défécation sont incessants et ne tardent pas à être suivis de selles diarrhéiques mélangées de sang. Finalement, c'est du sang pur qui coule du rectum.

Durant l'intervalle de ces crises de ténesme, le chien demeure prostré, ne se relevant que pour de nouvelles tentatives de défécation. Parfois, on observe des vomissements teintés de sang. La température s'abaisse et la mort survient avec les signes de l'abattement le plus complet.

Avec des doses plus faibles, les animaux survivent; les signes d'intoxication qu'ils présentent sont les mêmes. Ils restent très abattus les jours suivants.

A l'autopsie, on trouve de la congestion pulmonaire, des suffusions sanguines au niveau du péricarde et du mésentère. Mais la lésion la plus caractéristique consiste en une hyperémie intense de la muqueuse intestinale. On trouve l'intestin rempli d'un mucus fortement mélangé de sang. Ces mêmes signes s'observent dans l'estomac. Enfin, les méninges et l'encéphale lui-même sont extrêmement congestionnés et le cerveau présente un certain degré d'œdème. Ces dernières lésions peuvent expliquer les troubles nerveux (narcose, insensibilité) présentés par l'animal.

Les solutions d'urohypotensine soumises à une température de 110° à 120° pendant quelques minutes perdent leur toxicité.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Rayons X et souris cancéreuses.* Note de M. A. **Contamin**, présentée par M. Bouchard.

Nous avons étudié l'action des rayons X : 1° sur les souris porteuses de tumeurs; 2° sur les cellules cancéreuses isolées de la souris.

Les expériences ont été faites avec la tumeur B, inoculée par émulsion (très prolifique, succès de 80 à 100 pour 100).

I. Nous avons irradié (¹) :

1° Des souris inoculées depuis 15 à 20 jours, porteuses de petites tumeurs;

2° Des souris inoculées depuis 30 jours environ, porteuses de tumeurs très volumineuses, égales en poids à la souris elle-même;

3° Des souris inoculées depuis 2 ou 3 mois, porteuses de tumeurs de petit volume (grosse noisette) et qui restaient dans un état stationnaire.

Les premières ont, sous l'effet des rayons X, résorbé leur tumeur plus ou moins rapidement et ne sont pas mortes.

Les secondes ont (parfois après une seule séance de 1 heure, sans filtre) résorbé leur tumeur. Cette résorption était activée, si l'on répétait les séances tous les jours ou tous les 2 jours.

Exemple : Souris d'un poids de 30^g. Après deux irradiations de 1 heure sans filtre, ne pèse plus que 22^g, 4 jours après la première irradiation.

Ces souris meurent toujours au cinquième ou sixième jour.

Les mêmes doses d'irradiation n'ont eu, sur les troisièmes, aucun effet appréciable, ni sur la tumeur, ni sur l'état général de ces souris.

En résumé : 1° l'action des rayons X est d'autant plus efficace que le tissu de la tumeur est plus jeune et plus prolifique;

2° La résorption d'une tumeur un peu volumineuse entraîne la mort de l'animal, probablement par intoxication.

II. Nous avons aussi exposé aux rayons X des tumeurs découpées après ablation, broyées, puis étalées sur un carton. Nos expériences ont été faites sur 450 souris. Voici un exemple.

Expérience : Tumeur irradiée pendant 30 minutes.

Chaque lot de 15 souris (d'un poids d'environ 230^g) a reçu approximativement 5^g

(¹) Les souris étaient placées à 12^{cm} de l'anticathode. Ampoule Chabaud à eau, longueur d'étincelle entre 9^{cm} et 12^{cm}. Intensité de 0,8 milliampère; filtre d'aluminium de $\frac{2}{10}$ de millimètre.

de tumeur, soit irradiée, soit intacte, inoculée à l'aide d'une seringue de 2^{cm^3} à large orifice :

	1er lot.	2e lot.	3e lot.
Distance de l'anticathode....	10^{cm}	10^{cm}	Témoins :
Étincelle équivalente........	6^{cm}	17^{cm}	Pas d'irradiation
Milliampère................	1,3	0,4	
La tumeur absorbe du rayonnement incident (1).......	50 pour 100	10 pour 100 Filtre d'aluminium de $\frac{2}{10}$ de millimètre	
Poids du lot un mois après l'irradiation............	240^g	290^g	380^g
Succès de l'inoculation......	0	10 sur 15	14 sur 15

Il y a eu, au début, c'est-à-dire 6 ou 7 jours après l'inoculation, chez les souris du premier lot, formation d'un plastron, faisant supposer que la tumeur allait se développer ; mais ce plastron s'est résorbé, plus ou moins rapidement suivant les souris.

En résumé : 1° les rayons X agissent directement sur les cellules cancéreuses elles-mêmes;

2° Cette action influence davantage l'énergie de croissance de ces cellules que leur aptitude à l'inoculation [pourcentage peu diminué, mais tumeurs peu prolifiques (voir 2e lot)];

3° Les rayons X agissent d'autant plus qu'ils sont plus absorbés.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Stérilisation complète et définitive des testicules du Rat, sans aucune lésion de la peau, par une application unique de rayons X filtrés.* Note de MM. Cl. Regaud et Th. Nogier, présentée par M. E. Roux.

But du travail. — On sait que les effets des rayons de Röntgen sur le testicule consistent principalement dans la lésion élective des spermatogonies, cellules-souches de toutes les cellules séminales (Regaud et Blanc, 1906). Par une irradiation modérée, la multiplication des spermatogonies est arrêtée seulement pour un certain temps, tandis qu'une irradiation suffisamment intense les tue : dans ce dernier cas, la stérilisation de l'épithé-

(1) La quantité de rayons X absorbée a été déterminée par la méthode de l'électromètre (Jaubert de Beaujeu).

lium séminal est définitive. La stérilisation, qu'elle soit temporaire ou définitive, est partielle ou totale : partielle, quand elle est limitée à une zone plus ou moins épaisse de parenchyme testiculaire, la plus rapprochée du foyer; totale, quand elle est étendue à toute l'épaisseur de l'organe.

Chez le Rat adulte, dont les testicules ont une épaisseur de $1^{cm},5$ à 2^{cm} y compris les téguments des bourses, on produit aisément la stérilisation temporaire totale et la stérilisation définitive partielle, par une seule application de rayons X non filtrés, sans autre lésion cutanée qu'une alopécie ou tout au plus des ulcérations bénignes. Bergonié et Tribondeau (1905) ont obtenu la stérilisation définitive et totale par la méthode discontinue (irradiations courtes, espacées et nombreuses) sans filtration; mais ils n'indiquent pas l'effet produit sur la peau. Ils ont aussi déterminé chez un Rat, par une irradiation unique, la stérilisation totale; mais la survie trop courte (un mois) ne permet pas de juger du caractère définitif de la stérilisation [1].

En Radiothérapie expérimentale ou humaine, un des buts à atteindre les plus importants consiste à augmenter la profondeur de l'effet définitif produit; et il est clair que ce résultat dépend en premier lieu de la possibilité de faire pénétrer une quantité suffisante de rayons à travers la peau, sans léser celle-ci.

Or, nous avons fait connaître, il y a quelques mois, que les rayons X *durs*, privés des rayons *mous* (les moins pénétrants) par la filtration du faisceau à travers une plaque d'aluminium, exercent sur les spermatogonies du Rat une action aussi énergique et plus élective que le faisceau total utilisé dans les recherches antérieures. Nous avions obtenu, par une seule séance d'irradiation avec des rayons convenablement filtrés, la stérilisation homogène de toute l'épaisseur du testicule, sans produire dans la peau même une chute des poils. Il restait à démontrer que la stérilisation ainsi réalisée est définitive.

Méthode, résultats. — Nous savions, par les recherches antérieures de l'un de nous, que, lorsque des spermatogonies ont survécu à l'irradiation, leur pullulation est toujours constatable, au quarantième jour, chez le Rat, par un examen attentif de la couche génératrice de l'épithélium séminal.

Si donc, dans un testicule extirpé 40 jours au moins après l'irradiation

---

(1) *Action des rayons X sur la glande génitale mâle* (*Arch. d'électricité médicale*, 1906, p. 27 du tirage à part).

unique, aucune spermatogonie n'est visible, on doit en conclure que la stérilisation a été totale et définitive. Voici la statistique de nos expériences et leur résultat :

Rats adultes dont les testicules ont été traités par les rayons X filtrés sur une plaque d'aluminium de 2^{mm} à 5^{mm} d'épaisseur.	19
Observations interrompues avant le quarantième jour........	3

(Sur ces trois observations, deux ont été interrompues au trente-septième jour; on n'a trouvé aucune spermatogonie survivante, ce qui permet de considérer comme très probable le caractère définitif de la stérilisation.)

Observations poursuivies au delà du quarantième jour........	16
Sur 16 cas, stérilisation définitive partielle..................	11
Sur 16 cas, stérilisation définitive totale....................	5

Sur cinq cas de stérilisation définitive totale, nous devons déduire :

Pour mort spontanée, dont la cause indéterminée a peut-être favorisé la stérilisation..................................	3
Pour lésion artérielle, de cause inconnue, mais ayant favorisé la stérilisation..	1
Il ne reste, comme cas indiscutable, que....................	1

Dans ce dernier cas, les testicules ont été extirpés l'un 3 mois et 7 jours, l'autre 5 mois et 13 jours après la séance unique d'irradiation. Dans aucune de nos observations il n'y a eu la moindre modification de la peau.

D'après l'ensemble de nos observations, dont nous ne pouvons donner ici le détail, nous sommes en droit de considérer comme suffisantes pour déterminer la stérilisation complète et définitive d'un Rat adulte, en une seule séance et sans lésion cutanée, les conditions suivantes : *intensité* de la dose mesurée par la teinte 4 du chromoradiomètre de Bordier à l'entrée des rayons dans la peau; *qualité* de pénétration des rayons donnée par leur filtration à travers une plaque d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur. Peut-être même suffirait-il de se tenir un peu en dessous de ces limites (teinte 3 forte de Bordier, 1^{mm} ou $1^{mm},5$ d'aluminium), mais nous n'en sommes pas certains. La méthode d'irradiation discontinue donnerait plus facilement le même résultat.

Conclusions. — 1° Il est actuellement possible de stériliser totalement et définitivement les testicules du Rat par une seule application de rayons X convenablement filtrés, et cela sans produire la moindre modification cutanée.

2° Ce résultat correspond à la radiothérapie efficace, dans une épaisseur

de $1^{cm},5$ à 2^{cm}, de tout tissu, d'un néoplasme malin par exemple, dont les cellules seraient aussi vulnérables par les rayons X que le sont les spermatogonies du Rat.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur la valeur des stries musculaires au point de vue spectrographique.* Note de M. **Fred Vlès**, présentée par M. Yves Delage.

On sait que les histologistes ont caractérisé sous le nom de *disque clair* et *disque sombre* les deux éléments les plus inportants de la striation musculaire d'après l'aspect qu'ils présentent à l'examen miscroscopique direct. Quelles sont les propriétés objectives servant de substratum à ces qualificatifs de *sombre* et de *clair?* Nos connaissances à ce point de vue sont assez peu précises; il est probable qu'il s'agit d'un complexe de phénomènes de réfraction, de dispersion et d'absorption.

Nous avons tenté de mettre en évidence les différences d'absorption entre les disques clairs et les disques sombres de muscles d'écrevisse (muscles abdominaux, muscles de la pince). Pour effectuer une telle localisation de l'absorption dans la fibre, le procédé direct, qui consisterait à projeter l'image d'un disque sur la fente du collimateur d'un microspectroscope, ne donne que des résultats tout à fait insuffisants, par suite du peu d'étendue de l'objet et de sa très faible absorption sous les petites épaisseurs. Nous avons employé un procédé indirect, qui consiste à utiliser les propriétés spéciales de biréfringence que possèdent les disques sombres; la méthode a pour base une comparaison entre les spectrogrammes photographiques d'une même fibre musculaire, en lumière naturelle et en lumière polarisée, nicols croisés. Si en effet nous spectrographions entre nicols croisés une fibre d'épaisseur assez mince pour que les divers disques ne chevauchent pas les uns sur les autres (c'est-à-dire entre $0^{mm},05$ et $0^{mm},1$), les stries Q biréfringentes fourniront la presque totalité de la lumière issue du nicol analyseur. L'intensité lumineuse des rayons dépolarisés sur le disque Z est tout à fait minime; I et le reste du sarcoplasme sont à peu près éteints, et, surtout si l'on emploie de la lumière parallèle, ne peuvent être traversés qu'accidentellement par les rayons échappés des disques Q; de sorte que vis-à-vis de la plaque photographique ces rayons douteux sont certainement négligeables à côté de l'intense éclairement fourni par les disques Q.

Une série de spectrogrammes accessoires doivent être pris en même temps, permettant d'éliminer les bandes interférentielles ayant pu apparaître dans le spectre du fait de la polarisation chromatique de la préparation, ainsi que les bandes d'absorption appartenant aux nicols eux-mêmes. Le premier de ces spectrogrammes accessoires s'obtient facilement en superposant à la préparation un mica quart d'onde, qui aurait pour effet de décaler dans le spectre les bandes interférentielles; le second, en enlevant la préparation et en conservant simplement le quart d'onde entre les nicols croisés. Bien entendu, ces quatre spectrogrammes d'une même série sont faits dans des conditions comparables (même temps de pose, de développement, même marque de plaques, etc.). La source employée a été l'arc électrique, avec électrodes de charbon additionnées de cadmium ou de fer, dont les raies brillantes facilitaient les comparaisons. La région du spectre étudiée a été depuis Na_D, jusque vers $330^{\mu\mu}$ environ. Des études préalables sur le spectre des mêmes muscles sous diverses épaisseurs nous avaient permis de nous rendre compte des bandes importantes qu'il était nécessaire de repérer dans ces expériences, comme aussi de l'absence de dichroïsme dans notre matériel musculaire.

Résultats. — Comme il était facile de le prévoir, l'absorption n'est pas uniforme dans la fibre. Certaines bandes d'absorption paraissent spéciales aux disques Q biréfringents; d'autres sont générales à toute la fibre, sans localisation spéciale.

En partant de D, nous trouvons une première bande très importante jaune vert (590-550 environ) à maximum au voisinage de $575^{\mu\mu}$; cette bande est spéciale aux disques Q. Une seconde bande violette (470-460 environ), également importante, est au contraire générale. Dans l'ultra-violet, les choses deviennent plus délicates, et les expériences moins affirmatives; il est très probable cependant qu'il appartient aux disques Q seuls trois bandes situées approximativement vers $440^{\mu\mu}$, $370^{\mu\mu}$ et $355^{\mu\mu}$.

Des recherches encore en cours sur divers muscles de grenouille nous ont donné un résultat analogue pour la partie visible du spectre.

Les deux premières bandes dont nous avons parlé se retrouvent dans des spectres de la myohématine de Mac Munn, qui serait ainsi dissociée topographiquement. Il est d'autre part particulièrement intéressant de noter que nous ne trouvons aucune bande localisée aux disques I (c'est-à-dire se présentant dans les spectrogrammes en lumière naturelle et disparaissant dans ceux en lumière polarisée). La substance qui absorbe la lumière au niveau de I se trouve également au niveau de Q; elle se comporte comme un substratum général de la fibre, sur lequel, de place en place, se sont construites les molécules spéciales auxquelles sont liées l'absorption de la bande $575^{\mu\mu}$ et la propriété de biréfringence. La chose n'est pas sans importance au point de vue de la théorie de la fibre musculaire.

MÉDECINE. — *Deux cas de fièvre de Malte vraisemblablement contractés à Paris.* Note de MM. **Jules Auclair** et **Paul Braun**, présentée par M. Bouchard.

La fièvre de Malte a été peu observée en France. Si l'on en excepte les cas signalés par Würtz à l'Académie et l'épidémie récente du Gard, la plupart des faits publiés se rapportent à des sujets qui avaient pris leur affection à l'étranger.

Voilà pourquoi, en dehors de leurs conditions étiologiques mêmes, les deux observations de fièvre méditerranéenne autochthone, qui font l'objet de cette Note, présentent un intérêt particulier.

Notre premier malade, âgé de 19 ans, exerce le métier de garçon boucher aux abattoirs de la Villette, dans un pavillon de moutons. Sa tâche essentielle consiste à dépouiller ces animaux. Sa profession ne l'a jamais mis en contact avec des chèvres. Habitant Aubervilliers, il n'en a jamais quitté les environs.

Entré dans notre service le 3 mai 1909, avec une température de 39°, le malade fut atteint d'une fièvre de Malte typique qui dura plusieurs mois. La fièvre fut le symptôme dominant; la courbe de la température était celle d'une fièvre typhoïde, à rechutes successives, et légitimait tout à fait le nom de *fièvre ondulante* donné à cette maladie.

Parmi les autres symptômes importants, on nota des sueurs profuses, des arthralgies, la pâleur des téguments, une légère augmentation du foie et de la rate, de la diarrhée et un dicrotisme très marqué du pouls. Il n'y eut pas de manifestations testiculaires.

L'évolution de la maladie dura 4 mois et demi et se termina par la guérison.

En l'absence de cas semblables observés antérieurement par nous, le diagnostic resta longtemps hésitant. Nous pensâmes successivement à la fièvre typhoïde, aux infections para-éberthiennes, au rhumatisme articulaire aigu, au paludisme, à l'endocardite infectieuse, à la tuberculose aiguë. La nature de la maladie fut établie grâce aux recherches du laboratoire. La culture en bouillon du sang de notre malade nous permit d'isoler, à deux reprises, le *micrococcus melitensis*, à l'état de pureté. Son sérum agglutinait à un taux élevé divers échantillons du microbe de la fièvre de Malte et déviait le complément, tandis que des sérums de contrôle restaient négatifs.

Le second malade, âgé de 18 ans, exerce également aux abattoirs de la Villette le même métier que le précédent, mais dans un autre pavillon. Il habite Paris et ne l'a jamais quitté.

Son entrée à l'hôpital eut lieu le 21 mai et les symptômes de son affection furent moins caractéristiques, plus atténués, plus écourtés que ceux du premier sujet. Ici, l'ensemencement du sang, fait tardivement, resta stérile, mais le séro-diagnostic fut

positif, à un taux élevé, avec le *micrococcus melitensis* fourni par l'Institut Pasteur, et le *micrococcus melitensis* retiré du sang du premier malade. Le phénomène de la déviation du complément fut aussi réalisé.

Ces deux observations soulèvent un certain nombre de points, de solutions plus ou moins faciles.

Nos malades n'ayant jamais quitté Paris n'ont pu contracter ailleurs leur maladie.

Du fait de leur profession ou en dehors d'elle, ils n'ont jamais été en contact avec des chèvres, source la plus habituelle de contagion de la fièvre de Malte; cette cause d'infection peut donc être ici écartée.

Leur métier, au contraire, les mettait en rapport constant avec des moutons; ils ont pu, de ce fait, se contaminer, que ces moutons aient été atteints de fièvre de Malte ou qu'ils aient recélé son microbe dans leur toison.

D'après notre enquête, il résulte que les moutons manipulés par nos malades étaient d'origine française; mais il a pu s'en glisser parmi eux qui venaient de Malte, du Monténégro, ou de l'Algérie, pays où la fièvre ondulante existe à l'état endémique.

D'ailleurs, même dans l'hypothèse de moutons de provenance exclusivement française, ces derniers ont pu se contaminer ou souiller leur toison, au cours de leur transport dans des wagons infectés.

En supposant établie l'origine ovine de ces deux cas de fièvre de Malte, on peut invoquer comme porte d'entrée du microbe : une plaie accidentelle des mains en contact permanent avec le sang des animaux, au cours de leur dépouillement; l'inhalation de poussières microbifères venant de leur toison et, enfin, l'ingestion de germes mêlés aux aliments, les bouchers ayant souvent la mauvaise habitude de se servir du même couteau pour dépouiller les animaux et couper leur nourriture.

MÉDECINE. — *Tumeurs vasculaires et anévrysmes des os.* Note de M. **Ledentu**, présentée par M. O. Lannelongue.

La question des anévrysmes des os semblait à peu près définitivement résolue. Les chirurgiens étaient presque généralement d'accord pour les considérer comme un stade particulier de l'évolution des ostéosarcomes, et spécialement de la variété relativement bénigne connue sous la dénomination de *tumeurs myéloïdes* ou *à myéloplaxes*. Une Communication récente à

la Société de Chirurgie, favorable à la théorie d'après laquelle ces tumeurs, uniquement hématiques en apparence, seraient de véritables angiomes, a rouvert la discussion.

Je n'ai pas observé d'hématomes purs, ne présentant aucune trace de tissu néoplasique, mais bien sept sarcomes, dont cinq osseux, pulsatiles ou non, et deux des parties molles, creusés de cavités hématiques proprement dites. Dans l'un de ces cas, l'examen histologique a montré nettement des sinus bien formés, limités par une simple membrane endothéliale, sillonnant le tissu morbide. Dans un autre, l'extrémité supérieure du tibia était creusée en une cavité dont la paroi était constituée par les éléments sarcomateux en couche médiocrement épaisse. Les hématomes centraux de certains sarcomes s'observent donc, quoique plus exceptionnellement, dans les parties molles comme dans le tissu osseux.

Si l'on dépouille avec soin les cas anciens ou très récents d'anévrysmes des os publiés jusqu'à ce jour, on arrive à les classer en trois catégories distinctes :

Premier groupe. — L'examen *à l'œil nu* et *la marche des événements* ont permis de penser qu'on avait affaire à de simples tumeurs hématiques indépendantes de tout néoplasme (Pearson, Scarpa, Carnochan, Lallemand, Roux, Demongeot, Lagoux, Mac Dowel, Mapother).

Deuxième groupe. — *L'examen histologique* n'a révélé aucune trace de tissu morbide [Parisot, A. Richet, Péan (2 cas), Jonnesco, Th. Anger, Wythe, Morestin]. Dans ce dernier cas, dont l'importance ne peut être méconnue, le microscope n'a découvert que des houppes vasculaires logées dans des alvéoles osseux et des alvéoles remplis de sang.

Troisième groupe. — Tissu néoplasique supposable ou constaté en très petite quantité, en même temps que la télangiectasie ou des hématomes (Scarpa, cas douteux déjà cité, Dupuytren, Œhler, Harvey-R. Gaylord, Auvray).

Dans ce dernier cas il s'agissait en réalité d'une tumeur maligne secondaire des os, caractérisée par des éléments si insignifiants en apparence qu'un histologiste de marque n'avait pas osé se prononcer.

Cette troisième catégorie de faits est de la plus haute importance au point de vue de l'interprétation des tumeurs hématiques où l'on ne découvre plus aucun élément caractéristique.

Ils permettent de penser que ces dernières représentent réellement le stade ultime d'une évolution qui commence par le développement anormal des vaisseaux, pour aboutir à la destruction totale des éléments malins, par refoulement, érosion, désagrégation, fonte moléculaire.

En admettant qu'il soit encore nécessaire de faire une réserve pour le

cas de Morestin et pour ceux qui s'en rapprochent le plus ou qui s'en rapprocheraient encore davantage dans l'avenir, cette conception doit être exacte pour presque la totalité des cas. Les arguments suivants lui prêtent un solide appui:

1° D'abord la *structure de ces hématomes osseux ne rappelle en rien celle des anévrysmes proprement dits ou des angiomes*.

2° L'arrêt ou la disparition des tumeurs après la ligature de l'artère principale du membre ne prouve pas qu'on n'ait pas eu affaire à des néoplasmes hématiques, *puisqu'il s'est produit des récidives plus ou moins tardives après ces ligatures* (Scarpa, Dupuytren) et qu'on a vu des sarcomes des os et même des parties molles (Roughton) disparaître entièrement à la suite d'interventions locales même très incomplètes.

3° *Les prétendus anévrysmes des os se développent avec une prédilection marquée là où siègent le plus habituellement les ostéosarcomes des membres* (épiphyse inférieure du fémur, supérieure du tibia).

4° Pour les faits particulièrement délicats, on peut invoquer la conception de Malassez et Monod, d'après laquelle *les cellules à myéloplaxes auraient de grandes analogies* avec les cellules vaso-formatrices. Les myéloplaxes ne seraient-ils pas suceptibles, après un commencement de prolifération en tant que myéloplaxes, de prendre nettement le caractère de cellules vaso-formatrices et de se développer en une sorte d'angiome?

En conséquence, les prétendus anévrysmes des os, pulsatiles ou non pulsatiles, doivent représenter réellement un reliquat de tumeurs disparues. En attendant que cette question soit encore plus absolument tranchée, la meilleure dénomination qu'on puisse leur appliquer, avec Volkmann, est celle d'*hématomes des os*, qui ne préjuge rien.

MÉDECINE. — *Les centres bulbaires de la diaphylaxie intestinale.* Note de M. **P. Bonnier**.

Par de légères cautérisations en des points définis de la muqueuse nasale qui permettent, par l'intermédiaire du nerf trijumeau, d'exciter expérimentalement telle ou telle région du bulbe, on peut montrer que les centres qui président à la désinfection du milieu gastro-intestinal sont *distincts* de ceux qui actionnent la chimie digestive, la tonicité des parois et leur trophicité. En effet, bien qu'en général les divers troubles intestinaux disparaissent ensemble à la suite de ces cautérisations, il arrive que la fétidité des selles ou des gaz obéisse indépendamment à une cautérisation isolée et soit supprimée avant ou après les autres symptômes.

Le mucus intestinal, sous l'influence de la reprise d'activité de ces centres, retrouve instantanément ses propriétés diaphylactiques, et la faune et la flore parasites se modifient aussitôt dans un milieu modifié. J'en citerai deux exemples :

J'ai fait récemment six cautérisations en des points successifs à un enfant de 11 ans qui présentait depuis sa naissance, outre un *spina bifida* opéré, de l'incontinence fécale absolue, de la diarrhée fétide et, depuis ces dernières années, de la chorée symptomatique. La chorée disparut dès la troisième cautérisation, la fétidité dès la cinquième, et c'est seulement à la sixième, 15 jours après, que l'enfant eut des selles moulées et que l'incontinence disparut. Voici donc des centres qui n'avaient jamais bien fonctionné et qui ont obéi du jour au lendemain à l'injonction thérapeutique.

Chez deux enfants traités par moi à la polyclinique H. de Rothschild, pour prurit nasal intense et grattages suspectés d'helminthiase, sans autre traitement qu'une légère cautérisation de la région nasale conjuguée à ces centres intestinaux, j'ai pu déterminer, dès le lendemain, le départ de deux *Ascaris lombricoides*, sans modification des selles elles-mêmes.

Ces expériences montrent donc l'existence et l'autonomie des centres bulbaires de la diaphylaxie intestinale.

ZOOLOGIE. — *Quelques remarques sur deux Acinétiens.* Note [1] de M. **B. Collin**, présentée par M. Yves Delage.

I. *Dendrosomides paguri* Collin. — J'ai fait connaître en 1906 [2] ce curieux Acinétien qui, voisin par sa forme de *Dendrosoma*, se relie en même temps étroitement, par l'existence d'individus vermiformes, au genre aberrant *Ophryodendron*. Un travail récent de C.-H. Martin (1909) [3] vient de trancher définitivement la question tant débattue du dimorphisme chez *Ophryodendron* en établissant que l'individu vermiforme provient de l'individu tentaculé (proboscidien) par bourgeonnement externe, et *ne peut jamais se transformer lui-même en proboscidien.* L'une et l'autre formes sont capables d'émettre des embryons ciliés qui deviennent des proboscidiens.

---

(1) Présentée dans la séance du 13 décembre 1909.

(2) *Arch. Zool. expér.*, 4e série, t. V (N. *et* R.).

(3) *Quart. Journ. of Micr. Sc.*, nouvelle série, t. LIII.

En présence de ces résultats, il n'est pas sans intérêt d'annoncer que, chez *D. paguri*, les individus vermiformes, nés de la forme tentaculée (trifurquée) par bourgeonnement externe également, *se transforment eux-mêmes en individus trifurqués*, munis de tentacules. J'ai observé tous les stades de la métamorphose. Le dimorphisme n'est donc ici qu'une apparence, chacune des deux formes représentant un état du développement de l'autre. Quant à la reproduction au moyen d'embryons, je n'ai pu encore l'observer jusqu'ici; cependant la rencontre d'exemplaires de très petite taille, inférieure à celle des vermiformes les moins développés, rend son existence probable.

II. *Podophrya fixa* O.-F. Müller. — On distingue chez les Infusoires ciliés deux modes d'enkystement : le kyste de division et le kyste de conservation (ou de repos). La dernière de ces deux formes a seule été constatée jusqu'ici dans le groupe des Tentaculifères, et Butschli (1889) (¹) fait même observer que « l'absence totale des kystes de division paraît vraisemblable, vu le mode de reproduction de la majeure partie de ces infusoires » (c'est-à-dire la reproduction par bourgeonnement externe ou interne). J'ai indiqué récemment (²) que ce mode de reproduction est non seulement général, mais unique, et en particulier que la division des *Podophrya*, exemple classique de fissiparité transversale, comparable à celle des infusoires ciliés, doit être interprétée en réalité comme un véritable *bourgeonnement*, avec changement d'axe. Or, ayant obtenu en culture de nombreux kystes de *Podophrya fixa*, conformes au type bien connu, j'y ai observé la division du contenu en 2, puis en 4, suivie dans certaines conditions de l'éclatement du kyste. Les produits en sortent soit à l'état cilié, soit à l'état tentaculé. Ce fait, *nouveau chez les Acinétiens*, ne représente pourtant qu'un cas particulier du bourgeonnement, qui revêt toutes les apparences de la division fissipare ordinaire, grâce à l'absence momentanée d'une polarité définissable chez l'être qui le subit. La même illusion a lieu, et pour des raisons morphologiques analogues, lors de la multiplication à l'intérieur de l'hôte des *Sphærophrya* parasites; dès que l'animal en sort, et peut être « orienté », le bourgeonnement reprend son aspect habituel. La situation de l'embryon, à 90°, par rapport à l'axe du parent, comme chez *Podophrya* et tous les Acinétiens, est particulièrement nette dans la division de *Sphærophrya stentoris* Maupas à l'état libre.

(¹) *Protozoa* du *Bronn's Thier-Reich*, p. 1920.
(²) *Arch. Zool. exp.*, 5ᵉ série, t. II, 1909 (N. et R.).

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur les spirochètes salivaires.* Note de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. O. Lannelongue.

A côté des spirochètes et des spirilles qui sont des hôtes normaux de la cavité buccale, on rencontre d'une façon presque constante, dans les cas pathologiques, un fin spirille déjà signalé par Miller et plus récemment par Lagarde (*Thèse*, Paris, 1909).

Il est possible, et nous serions volontiers de cet avis, qu'il représente une forme d'évolution du spirille dit *fusiforme* avec lequel il se montre fréquemment associé; mais, quoi qu'il en soit, ce spirille fin se distingue nettement par un certain nombre de caractères des formes communes. Tout d'abord, il présente une minceur et une finesse qui le rendent difficile à observer.

D'autre part la réfringence de son protoplasma est si faible qu'il se différencie à peine du milieu qui l'entoure. Dans une préparation examinée à sec et sans coloration, le protoplasma des microbes et des spirilles communs apparaît opaque, tandis que celui des spirilles de ce genre conserve sa transparence.

Son affinité pour les matières colorantes est peu marquée et sa décoloration facile. Après coloration il se montre toujours nettement différencié par une teinte plus claire des formes analogues qui l'entourent.

Il est en général accompagné par des spores nombreuses offrant les mêmes caractères et dont les dimensions sont si petites, qu'elles atteignent les dernières limites de la visibilité. Cette ténuité est telle que, pour les isoler et les observer à l'état de pureté, il suffit de filtrer un liquide qui en renferme à travers le filtre de Kitasato.

Les bacilles et spirilles vulgaires restent sur le filtre et l'on trouve dans le filtrat des spores nombreuses accompagnées de quelques formes d'évolutions en virgules, en haltères, en accent circonflexe et quelques très petites spirilles.

Ce spirille appartient donc, par ses formes d'évolution tout au moins, à la classe des microbes filtrants.

A l'occasion de recherches depuis longtemps poursuivies sur les manifestations aphteuses chez l'homme et les animaux, nous avons eu l'occasion, dans un très grand nombre de cas, de rechercher sa présence dans les cavités naturelles et même dans le milieu intérieur.

Nous avons pu ainsi constater sa présence dans tous les cas de stomatite même légère, de la grippe, de la rougeole, de la rubéole, de la scarlatine et particulièrement dans les manifestations herpétiques, aphteuses ou impétigineuses, etc.

Il se rencontre de plus dans le mucus nasal et intestinal des mêmes malades.

Nous l'avons également trouvé dans la cavité buccale et dans la lymphe des vésicules aphteuses de la vache.

En ce qui concerne le milieu intérieur, nous l'avons observé dans le sang d'une vache atteinte de fièvre aphteuse. Dans six cas de méningite cérébro-spinale de l'enfant, nous avons pu le voir nettement associé au pneumocoque et au méningocoque dans le liquide céphalo-rachidien.

La présence de ce spirille à côté de microbes notoirement pathogènes, sa prédominance relative dans divers cas pathologiques nous ont paru lui constituer une importance assez grande pour en faire l'objet d'une Note.

Jusqu'à présent il ne nous a pas été possible d'en obtenir des cultures régulières, cependant nous avons noté qu'il se développe dans la salive filtrée sous forme de filaments très fins perpendiculaires à la surface du liquide.

D'autre part son pouvoir pathogène sur le lapin et le cobaye nous a paru faible et irrégulier, ce qui tient probablement à des variations de virulence.

Nous reviendrons plus tard sur ce point que nous nous efforcerons d'élucider en détail, mais il nous a paru utile en attendant d'attirer l'attention sur cette variété de spirilles encore peu étudiée.

Nous donnerons en terminant la technique qui nous a paru le plus propre à faciliter sa recherche dans les exsudats et les frottis.

Nous avons utilisé comme fixation une solution hydro-alcoolique d'azotate d'urane additionnée d'une faible quantité d'acide salicylique. Comme colorant, nous avons eu recours après lavage à la solution de thionine ou de bleu de méthylène habituelle à laquelle nous avons trouvé avantage d'ajouter une certaine quantité de bleu de toluidine qui fonce les bleus et leur donne une tonalité noire facilitant l'observation.

GÉOLOGIE. — *Sur l'évolution paléogéographique du cap Bon et sur la direction des plissements de l'Atlas, considérée comme résultante de deux actions orogéniques orthogonales.* Note de M. **J. Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai exécuté une petite série d'esquisses paléogéographiques de l'Algérie, dont quelques-unes vont être publiées dans un travail actuellement à l'impression aux *Annales de Géographie*, dû à M. E.-F. Gautier, professeur à l'Ecole des Lettres d'Alger.

A l'examen des graphiques obtenus, j'ai été frappé de l'aspect présenté par la limite méridionale des mers tertiaires, qui reproduit remarquablement, en plein continent, la forme si caractéristique du littoral, de l'Algérie à la Tripolitaine. Appelons contour n° 1 ce littoral. En particulier, la ligne limitant au Nord le continent de l'époque landénienne, ligne qu'on

peut tracer avec assez de rigueur, présente un cap très marqué, formé par le Hodna. Ce promontoire rappelle tout à fait le cap Bon actuel. Une sorte de golfe semble devoir être marqué à l'est d'El Arouat, un autre à l'est d'El Goléà : ces deux concavités rappellent les golfes de Hammamet et de Gabès. Il est inutile de pousser plus loin ces analogies de détail. Appelons contour n° 2 ce tracé de la mer landénienne.

J'ajouterai que, au point de vue structural, la bordure continentale qu'on est conduit à limiter de la sorte, au début des temps tertiaires, présentait certainement : une longue zone tabulaire (axe EO) au nord des chotts oraniens [1], une zone de ridements au nord des Zarz [2], une deuxième région tabulaire sur l'emplacement du Hodna [3], une nouvelle zone ridée (monts des Oulad Naïl et des Ziban), enfin la grande table crétacique de la Chebka du Mzab (axe NS).

On sait que cette mer éocénique est une aire étroite, géosynclinale, enserrée entre les continents saharien et méditerranéen. Je ne dirai rien de la bordure méridionale de ce dernier, sinon qu'on y retrouve la seule trace du rivage de cette mer qui se soit conservée [4], et que cette bordure a fortement cheminé en masse vers le Sud. Mais j'indiquerai, en passant, que le promontoire hodnéen se continuait par une sorte d'archipel de hauts-fonds (peut-être avec quelques points émergés), formés par l'Ouennour'a, les monts du Hodna et les massifs éocrétaciques de Batna à Aïn Beïda.

Il n'est pas possible de retracer avec la même assurance les limites approximatives de la mer correspondant à un étage mésozoïque donné. Mais si l'on figure sur une Carte le contour externe actuel des grands affleurements de terrains primaires, aujourd'hui suffisamment connus, du Sahara, on s'aperçoit que c'est à peu de chose près la limite de la grande transgression albocénomanienne. Cette ligne présente les mêmes caractéristiques que le littoral landénien et que le littoral actuel : une partie OE, depuis le cap Noun (Maroc) [5] jusque vers les dayas d'épandage de l'Ouad Khebiz; une partie NS de ce point au Tademaït (devant In-Salah); puis une nouvelle

(1) C'est le massif jurassique de Saïda, que M. Gautier appelle la *Meseta oranaise* (*Annales de Géogr.*, 15 juil. 1909).

(2) C'est ce que M. Joly appelle le *plateau steppien* (*Annales de Géogr.*, 15 juil. et 15 oct. 1909).

(3) Cf. J. Savornin, *Comptes rendus*, 13 nov. 1905.

(4) J. Savornin : *Découverte d'un littoral de l'Éocène inférieur* (*Assoc. franç. pour l'avanc. des Sciences*, Congrès de Cherbourg, 1905).

(5) Voir, en particulier, les Cartes de M. Brives.

direction OE d'In-Salah au Djebel es Soda, par le nord de Timassinine. En un mot, la zone primaire, cachée sous l'Erg, des dayas du Khebiz, est à comparer, au point de vue paléogéographique, avec le cap Bon, et le Tademaït serait l'homologue crétacique de la petite Syrte. On peut en effet admettre, avec quelque vraisemblance, que la ligne ci-dessus définie est fonction directe de la vraie limite méridionale des mers mésozoïques et qu'elle conserve les caractères généraux de cette limite. Appelons contour n° 3 cette ligne du Tademaït.

Si l'on représente sur une même Carte les contours n°s 1, 2 et 3, on peut faire les remarques suivantes :

Le contour n° 3 limite les grands affleurements de la zone *hercynienne* du Sahara.

Entre les contours 2 et 3 se trouve un paquet sédimentaire où ne sont connus en affleurements que les étages mésozoïques (à de rares exceptions près, où le substratum primaire est visible) : c'est à cette zone qu'il faut attribuer tectoniquement le nom d'*Atlas saharien*. Elle est formée d'un large faisceau de plis, non exagérés, dont la direction est assez exactement la bissectrice des deux directions orthogonales mises en évidence. Ce faisceau de plis, auquel ne participent que le Jurassique et le Crétacé, et qui date assez exactement de la fin des temps secondaires [1], se montre encadré par la plate-forme jurassique de Saïda (axe EO) et par la plate-forme crétacique du Mzab (axe NS). Il se prolonge quelque peu au Nord-Est, mais submergé par les plis alpins du Tell, ainsi que je l'ai depuis longtemps montré. En un mot, ces plissements sont compris entre deux mâchoires d'étau formées par le massif de Saïda et par la Chebka du Mzab, dont les directions sont perpendiculaires entre elles. Tout se passe donc comme si l'Atlas saharien avait pris orogéniquement naissance sous l'influence de deux pressions orthogonales venues simultanément du Nord (géosynclinal sud-méditerranéen) et de l'Est (synclinal de l'Ouad-R'ir). Il faut considérer d'ailleurs que la pression venue du Nord est seule active, l'autre étant passive.

Cette observation est aussi à rapprocher du fait, aujourd'hui classique, que les plis hercyniens sont à direction généralement sub-méridienne, dans toute la zone du Touat, du Guir et de l'Atlas marocain. Un tel substratum

---

(1) Quelques mouvements s'y sont produits à la fin du Jurassique et au milieu du Crétacique; mais la structure définitive, dans tous ses grands traits, était acquise au début de l'Éogène.

avait naturellement tendance à imprimer des directions analogues à sa couverture de sédiments plus récents. On se rend compte alors que, sur un tel substratum, les sédiments mésozoïques soumis aux pressions originaires du géosynclinal méditerranéen, qui tendaient au contraire à leur imprimer des directions EO, se sont nécessairement plissées suivant la *bissectrice* de l'action et de la réaction orogéniques dont ils subissaient les effets.

Cette explication convient à l'Atlas saharien, dont tous les sédiments sont d'origine sub-continentale, mais non à l'Atlas tellien, qui est presque entièrement d'origine géosynclinale et par conséquent à plissements beaucoup plus profonds et beaucoup plus intenses. J'estime d'ailleurs qu'il serait désirable de voir abandonner cette commune appellation d'*Atlas*, pour deux systèmes montagneux dont l'orogénie est si différente et dont la limite tectonique, bien tranchée, ainsi que je l'ai noté à diverses reprises, ne correspond pas à la limite géographique.

GÉOLOGIE. — *Sur l'inégale répartition de l'érosion glaciaire dans le lit des glaciers alpins.* Note de M. **Em. de Martonne**, présentée par M. Michel Lévy.

Le recul des glaciers alpins rend possibles des observations sur les modifications apportées à leur lit par les dernières crues. Nous avons cherché par l'étude d'un certain nombre de glaciers des Alpes françaises et suisses, à préciser la répartition des traces d'érosion torrentielle et glaciaire propre, en rapport avec les formes du lit glaciaire. Les résultats de ces observations, interprétés à la lumière des lois physiques du mouvement des glaciers, nous paraissent de nature à éclaircir la question si controversée du pouvoir d'érosion des glaciers.

On remarque presque partout un *gradin* abrupt, plus ou moins découvert actuellement, et un *palier* relativement plat, recouvert seulement par les plus grandes crues.

Les stries et cannelures sont relativement rares sur le gradin. Il y a des polis, attribuables au ruissellement uniforme des eaux de fonte (Mer de Glace, Argentières, La Tour, etc.). Mais le trait essentiel est la présence de gorges torrentielles, auxquelles certains auteurs (J. Brunhes) ont récemment accordé une grande importance. La position de certaines moraines (Hochlicht, Trift, Grande Motte) nous a convaincu de la possibilité de leur développement sous le front du glacier en recul.

Les gorges torrentielles cessent généralement sur le palier. Mais les surfaces striées s'y montrent sur tous les affleurements rocheux (Rosenlaui, Grindelwald, Fiesch,

Meige). C'est là aussi qu'on observe les arrachements (Grindelwald). On ne trouve de stries et cannelures sur le gradin que là où la pente s'atténue et sur les bords (Grindelwald, Mer de Glace).

L'érosion glaciaire est donc incontestable, mais paraît limitée au palier et aux bords du gradin; l'érosion torrentielle est aussi incontestable, mais paraît limitée au gradin. L'une tend à un élargissement, l'autre à un encaissement et à une régularisation de la pente.

Dans quelle mesure ces constatations faites à l'extrémité des glaciers sont-elles applicables au travail qui s'opère plus haut?

La part de l'érosion glaciaire proprement dite ne peut qu'augmenter vers l'amont avec l'épaisseur de la masse du glacier. Celle de l'érosion torrentielle doit diminuer jusqu'au névé, où les eaux de fonte ne peuvent plus jouer aucun rôle. On doit donc conclure que le gradin poli et scié de plusieurs gorges est *une forme de front glaciaire*. Les stationnements des glaciers de la période pléistocène pendant leurs phases de recul expliquent l'existence de formes semblables en de nombreux points des vallées alpines. Mais il est évident qu'on ne saurait faire dériver tout l'ensemble des formes glaciaires du processus observé à l'extrémité des glaciers actuels et impliquant une collaboration des érosions glaciaire et torrentielle.

La répartition des traces d'érosion glaciaire propre est intéressante à préciser. Si l'on étudie en détail la distribution des stries, cannelures et arrachements, comme on peut le faire à Grindelwald, Fiesch et aux Bois, on reconnaît que leur densité augmente à chaque atténuation de pente, à l'amont et sur les bords de chaque étranglement. Quelques faits, observés en pénétrant dans des grottes naturelles ou artificielles, donnent un élément d'explication.

La masse de glace ne porte pas partout sur son lit, en particulier sur les gradins (Mer de Glace, Fiesch, Glacier du Rhône). D'une manière générale, le contact devient plus intime à chaque atténuation de pente; il tend à se relâcher à chaque augmentation de pente. La présence ou l'absence de moraine de fond est aussi en relation avec la pente du lit. Elle est plus épaisse là où la pente diminue; elle peut manquer complètement sur les fortes pentes (Glacier du Rhône, Mer de Glace).

Le manque de contact entre la glace et la roche et l'absence de moraine de fond sur le bord d'un gradin a déjà été constaté (Vallot aux Mottets) et a pu faire conclure par une généralisation injustifiée à l'invraisemblance de l'érosion glaciaire. En réalité il y a là une explication de la répartition des stries et des cannelures.

Peut-on en tirer des conclusions sur ce qui se passe dans toute l'étendue du lit glaciaire?

La jonction des crevasses de fond et de surface et les défauts d'adhérence

considérable qu'on remarque vers la langue terminale sont dus évidemment en partie à la fusion. On peut admettre cependant qu'il y a sur toute l'étendue du glacier des inégalités d'adhérence au lit notables. On en a eu la preuve lors de la catastrophe du glacier de Tête-Rousse. La loi d'inégale répartition de l'érosion glaciaire, dégagée par l'observation des lits glaciaires récemment abandonnés, peut donc être considérée comme valable pour toute l'étendue du lit d'un glacier alpin, à moins que d'autres facteurs (pente, vitesse, etc.) ne tendent à faire varier en sens contraire le phénomène.

Nous montrerons dans une prochaine Note qu'il n'en est rien et que les lois physiques du mouvement des glaciers sont d'accord avec la loi empirique tirée de nos observations. Ces considérations théoriques nous permettront de montrer : dans la négation absolue de l'érosion glaciaire, un paradoxe mécanique; dans l'exagération de sa puissance, une impossibilité mécanique aussi frappante; et, dans la théorie de l'érosion glaciaire *différentielle*, l'expression la plus vraisemblable du travail des glaciers alpins sur leur lit.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur l'hydrogéologie tunisienne.* Note de M. **E. Noël**, présentée par M. Wallerant.

Les données fournies par la Météorologie, la stratigraphie et la tectonique permettent de diviser la Tunisie en *régions hydrologiques* à caractères d'ailleurs non absolus, et séparées par des zones de passage.

Ce sont les régions : 1° du Nord (Kroumirie, Béjaoua, Hédils, Mogods); 2° de la *Dorsale tunisienne* et annexes, avec à l'Est celle du cap Bon; 3° la *région des Plateaux*, au sud de la première et sud-ouest de la deuxième, séparée de la première par une large zone de passage; 4° celle des chaînes subsahariennes et sahariennes; 5° celle de la Plate-Forme du Sahel.

1° Cette première région possède la plus forte chute de pluie : presque limitée qu'elle est au Sud par la courbe de 600mm de chute annuelle [1]. L'*évaporation* y est aussi moindre que dans les autres, par suite de la température moins haute et de la coïncidence, avec l'hiver, du maximum de pluie. Eaux du Sénonien (massifs calcaires parfois dissociés), de l'Éocène (petites sources des grès inférieurs, grandes sources des

[1] *Travaux du Service météorologique de Tunisie* et G. Ginestous, *passim.*

calcaires *bitumineux* et des calcschistes noirs auxquels ils passent vers l'Ouest, petites sources des grès éocènes-oligocènes).

Région montagneuse faisant suite à la zone tellienne de la province de Constantine. Les montagnes sont des flancs de plis ou des crêtes anticlinales pressées, étroites, séparées par des vallées synclinales de même largeur avec relais dans la saillie des plis, d'où des lignes de petites sources de versants partout où le démantèlement d'un pli par les érosions dégage un niveau d'eau. Les cuvettes sont couvertes, en général, d'argiles, d'où des nappes captives longues et étroites alimentées sur presque tout leur pourtour, d'où forte réaction sur les niveaux hydrostatiques des crêtes voisines et existence aux contacts de nombreuses sources des calcaires sous-jacents (sources de Beja, Aïn-Rhiria, etc.). L'abondance des pluies rend les eaux peu minéralisées. L'étroitesse des massifs, provenant soit de celle des plis, soit de la *dissociation* des terrains, fait que les sources sont peu abondantes, bien que nombreuses, exception faite pour des sources sortant de calcaires, dans des vallées d'érosion transversales aux plis, plus fréquentes dans cette région que dans les autres (Aïn-Lereus, Aïn-Bricka). Dans les Mogods (Bizerte, Mateur), on observe déjà le régime de dômes et de cuvettes de la Dorsale.

2° Cette région renferme la chaîne discontinue de dômes que l'on appelle *Dorsale tunisienne* du Bou-Kournine au Bargou. A l'Est et au Sud-Est, elle offre des massifs à couches moins inclinées descendant vers la mer; à l'Ouest et au Nord-Ouest, de petits dômes interférant avec des cuvettes. A l'ouest et au nord-ouest du Bargou se trouve une zone d'ondulations plus allongées avec contacts anormaux (Cheid, Lorbeus, etc.) faisant passage à la première.

C'est un pays non plus de crêtes anticlinales longues et étroites, mais de dômes courts, avec parfois des contacts anormaux importants, interférant avec des cuvettes plus larges qu'eux : pays de plaines portant par endroits des massifs montagneux souvent très saillants. La chute de pluie, moindre que dans la première (de 40^{mm} à 50^{mm}) produit une minéralisation moyenne plus forte. Les érosions sont aussi moins intenses : les cours d'eau contournent en général les dômes. Ces massifs sont très souvent formés à la surface de calcaires fissurés à pendages périclinaux égaux ou supérieurs à la pente du terrain, d'où souvent perte de leur eaux en profondeur sous les argiles étalées des cuvettes; d'où des nappes captives importantes à alimentation divergente, mais dont les profondeurs deviennent, par l'inclinaison des couches, très vite considérables et même inaccessibles (environs de Tunis, Laghouan, etc.). Parfois la réaction des eaux profondes sur les infiltrations est suffisante pour produire des sources importantes, grâce encore à une fissuration locale (Laghouan, Djoukkar).

3° J'ai donné à cette région plissée comme les autres (voir le schéma de M. Pervinquière) le nom de *Région des Plateaux,* par suite de la diminution du pendage moyen. L'altitude moyenne considérable et le niveau de base assez bas offert à l'érosion des cours d'eau produisent de vastes massifs élevés avec fronts d'érosion étendus. Cette région est ondulée d'après le système des dômes et des cuvettes; mais les pendages sont souvent *inférieurs à la pente du terrain* et produisent, même dans la région des *Kalaats*, une véritable inversion du relief, d'où des affleurements de niveaux d'eau et des lignes de sources. Ce pays, bien que plissé, présente donc les caractères hydrologiques d'une région de plateaux. Ce territoire, crétacé et tertiaire, est traversé par

des alignements courts et discontinus de dômes infra-crétacés avec pendages périclinaux en général supérieurs à la pente du terrain, d'où perte de leurs eaux en profondeur et alimentation divergente d'une nappe captive infra-crétacée, et même sénonienne sous le Tertiaire.

Pluies inférieures à celles de la première; neige assez fréquente, d'où coefficient moyen d'infiltration supérieur. Périmètres d'alimentation souvent étendus, d'où sources nombreuses et importantes, mais plus minéralisées que dans la deuxième et surtout la première région (Maktav, Thala, Kasserine, Sbiba). Dans la partie Sud, on trouve déjà de grandes sources ascendantes offrant, outre leur alimentation rapprochée des eaux à provenance plus lointaine, telles les sources de Sbeitla.

4° La déviation vers l'Est des plis de l'Aurès produit une série de rides en général crétacées, d'où des anticlinaux et synclinaux comme dans le Nord, plutôt que les dômes courts de la Dorsale. La différence vient des pendages moindres et des largeurs supérieures des plaines synclinales entre ces plis. De cette disposition résulte l'existence des oasis, témoins de nappes captives importantes, pouvant renfermer une partie des eaux perdues en profondeur dans les premières zones.

5° Région de terrains détritiques récents, presque horizontaux. Sources très rares, sinon absentes; aucune érosion n'est suffisante pour atteindre le niveau hydrostatique, par suite du manque de relief, de la faible pluviosité et de l'évaporation considérable. Eaux phréatiques profondes, minéralisées, calcaires, magnésiennes, sulfatées, relativement douces dans les sables. Des bandes de moindre minéralisation existent sur le littoral, dans la molasse pliocène (Teboulba) ou les dunes (Sousse, Monastir). Le niveau hydrostatique, déprimé en bordure des montagnes (Pervillier), suit, en les atténuant, les formes du terrain et se relève sur la côte par la réaction de la mer.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la dynamique des variations climatiques.* Note de M. **Henryk Arctowski.**

Après avoir transcrit les températures moyennes des années 1891 à 1900 d'après toutes les sources qui m'étaient accessibles, et après avoir éliminé les séries non homogènes, j'ai dressé des Cartes représentant la distribution géographique des écarts des moyennes de chacune des années par rapport aux moyennes des 10 ans.

J'appelle *thermopleions* ou simplement *pleions* les aires occupées par des écarts positifs et *anti-pleions* celles des écarts négatifs.

Les pleions et les anti-pleions sont délimités par la quasinormale des écarts nuls.

Les pleions représentent des inflexions des isothermes vers les pôles, les anti-pleions traduisent au contraire une descente locale et anormale des isothermes vers l'équateur.

Il existe des corrélations et dans le temps, et dans l'espace.

Les pleions se maintiennent en effet pendant quelques années puis ils se déplacent.

Lorsqu'on compare les Cartes entre elles, et plus spécialement celles de la Russie d'Europe et d'Asie, on constate que les choses se passent tout comme s'il s'agissait d'interférences d'immenses ondes de surplus ou de déficit de chaleur.

Il semble que, pour le monde entier, les années sont exceptionnellement chaudes ou froides suivant que ce sont les pleions ou les anti-pleions qui sont conjugués. Ainsi l'année 1893 a été une année froide. L'année 1900, par contre, a été une année trop chaude. La température de l'atmosphère terrestre a été d'au moins $\frac{1}{2}$ degré plus élevée en 1900 qu'en 1893.

Un fait tout à fait remarquable est que ni les Alpes, ni le Caucase, ni les Montagnes Rocheuses ne forment de barrières naturelles aux déplacements des pleions. De même les écarts annuels notés dans l'Inde forment suite à ceux de la région transcaspienne. Il est certain de la sorte que le siège des variations climatiques de même signe s'étend suivant toute l'épaisseur de l'atmosphère accessible aux investigations directes.

J'examine à présent les marches des déplacements des pleions et j'espère pouvoir découvrir une méthode de recherches à l'aide de laquelle il sera possible de prévoir, avec une grande probabilité de réussite et quelques mois à l'avance, les anomalies climatiques des saisons. Je poursuis cette étude en connexion avec celle des récoltes.

M. L. **Schlussel** adresse un Mémoire intitulé : *Équations générales de la répartition des charges de roue dans les voies ferrées.*

(Renvoi à l'examen de M. Léauté.)

M. P.-J. **Lang** adresse une Note de *Navigation aérienne*.

M. E. **Étévé** adresse une Note *Sur l'Autorotation*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Hesling** adresse une Note relative à la *Construction d'un appareil permettant à un explorateur de prouver matériellement qu'il a atteint le pôle.*

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 décembre 1909.

Rapport sur les travaux exécutés en 1908 *par le* Service géographique de l'Armée. Paris, Imprimerie du Service géographique de l'Armée, 1909; 1 fasc. in-4°. (Offert par M. le Ministre de la Guerre.)

Japanese Shipping, ancient and modern : Mercantile Bureau, Department of Communications. Tokio, 1909. *Texte,* 1 fasc. in-12 oblong. *Atlas de planches,* 1 vol. in-8° oblong. Reliés en étoffe japonaise, dorés sur tranches, contenus dans un étui. (Présenté par M. Bertin. Hommage du vice-amiral baron M. Saito, Ministre de la Marine japonaise.)

Elemente der Gesteinslehre, von H. Rosenbusch, mit 107 Figuren und 2 Tafeln; dritte, neubearbeitete Auflage. Stuttgard, E. Sweizerbart, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude monographique des Tabanides d'Afrique (groupe des *Tabanus*), par J.-M.-R. Surcouf, avec le concours de Miss G. Ricardo; avec 3 planches en couleurs, 26 figures dans le texte et 22 cartes. Paris, Masson et Cie, 1909; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Une série de Mémoires de M. G.-D. Hinrichs, relatifs principalement à la *Détermination des poids atomiques.* 3 vol. et 4 fasc. in-8°. (Présenté par M. Lemoine. Hommage de l'auteur.)

Traité d'Hygiène infantile, par le Dr G. Variot, avec 137 figures dans le texte. Paris, Octave Doin et fils, 1910; 1 vol. in-4°. [Présenté par M. Armand Gautier, pour le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) de l'année 1910.]

Réflexions sur les volcans et les tremblements de terre, par le Dr F. Jousseaume. Paris, A. Maloine, 1909; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Estudio fisico-quimico y bio-quimico de las materias colorantes organicas artifi-

ciales, por HORACIO DAMIANOVICH. Buenos-Ayres, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The American Society of Mechanical Engineer : Transactions, t. XXX : Detroit meeting. New York meeting, 1908. New-York, 1909; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 DÉCEMBRE 1909.

Nouvelle éphéméride de la planète Éros pour l'opposition de 1900-1901, par M. I. LAGARDE. S. l. n. d. 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Atlas général de l'Indo-Chine française. Atlas de CHABERT-L. GALLOIS, contenant 169 cartes ou plans, avec une Préface de CL.-E. MAITRE. Hanoï-Haïphong, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1909; 1 volume in-f°. (Présenté par M. Lannelongue, pour un des Concours de l'année 1910.)

Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire, d'après les naturalistes allemands, par E.-L. TROUESSART. Paris, Mercure de France, 1909; 1 fasc. in-12. (Présenté par M. Baillaud, Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude des perles fines, de la nacre et des animaux qui les produisent, par le Dr RAPHAËL DUBOIS; avec 10 figures dans le texte et 4 planches hors texte, dont une en couleurs. Paris, J.-B. Baillière; Lyon, A. Rey, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 DÉCEMBRE 1909.

Misure di stelle doppie exeguite nel reale Osservatorio di Brera in Milano, col refrattore di otto pollici di Merz, negli anni 1875-1900, da G.-V. SCHIAPARELLI. Milan, Ulrico Hoepli, 1888-1909; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Sur quelques questions intéressant l'hygiène de la Boulangerie et, en particulier, sur les avantages du pétrissage mécanique, par M. le Dr A. LAVERAN, Membre de l'Institut. (Préfecture de Police. 2e Division. Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine.) Paris, imp. Chaix, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.).

Rayons X et radiations diverses, actions sur l'organisme, par M. H. GUILLEMINOT, avec figures dans le texte. Paris, O. Doin et fils, 1910; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Bouchard.)

Les plans cadastraux et la triangulation générale de la France, par CH. LALLEMAND. Paris, typ. A. Davy, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Aviation, Conférences faites en 1909 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, par M. le Commandant PAUL RENARD. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Oscillations de lacet des véhicules des chemins de fer, par GEORGES MARIÉ. (Extr. des *Annales des Mines*, 1er semestre 1909.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Étude complémentaire sur la stabilité du matériel des chemins de fer. Théorie des déraillements, profil des bandages, par GEORGES MARIÉ. (Extr. des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France;* Bulletin de mai 1909.) Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur l'ontogenèse de l'Insecte, par CHARLES JANET. Limoges, Ducoutrieux et Gout, 1909; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Théorie de la contre-marée, par le Dr COSTE DE LAGRAVE. Paris, A. Maloine, 1909; 1 fasc. in-12.

Statistique sanitaire de la France; 2e Partie. Communes de moins de 5000 habitants et France entière; année 1907, deuxième année. (Ministère de l'Intérieur. Direction de l'Assistance et de l'Hygiène publiques, 5e Bureau.) Melun, 1909; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 85e année, 1909. Épinal, Ch. Huguenin; Paris, Émile Chevalier, 1909; 1 vol. in-8°.

Sleeping sickness Bureau, Bulletin n° 12, 1909. Londres, Royal Society; 1 fasc. in-8°.

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; tomo VIII, núms 1, 2 y 3. Madrid, 1909; 1 fasc. in-8°.

Acta et Commentationes Imp. Universitatis Jurievensis (olim Dorpatensis); nos 1-8. Juriev, 1908; 8 fasc. in-8°.

Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo; Vol. XXVI, art. 2; Vol. XXVII, art. 3 and 5. Tokio, 1909; 1 vol. et 2 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance annuelle du 20 décembre 1909.)

Rapport de M. *E. Perrier*, Sur le Grand Prix des Sciences physiques :

Page 1222, ligne 13, *au lieu de* Jusqu'au milieu du XIXe siècle, *lisez* « Jusqu'au milieu du XIXe siècle, dit M. Thévenin.

Même page, ligne 23, *au lieu de* Enchirosaurus, *lisez* Euchirosaurus.

Page 1223, ligne 14, *fermer les guillemets après le mot* conclusions.

Même page, ligne 25, *au lieu de* Protriton-Faydi, *lisez* Protriton Fayoli.

Page 1224, lignes 8 et 21, *au lieu de* Enchirosaurus, *lisez* Euchirosaurus.

Même page, ligne 31, *au lieu de* rapporte, *lisez* y rapporte.

Page 1225, ligne 21, *au lieu de* (dont j'indique...), *lisez* (dont il indique...).

Même page, ligne 34, *au lieu de* sous les *Dimetrodon* et *Nosaurus*, *lisez* sont les *Dimetrodon* et *Naosaurus*.

Page 1226, ligne 23, *au lieu de* arrêtention embryogénique, *lisez* accélération embryogénique.

FIN DU TOME CENT-QUARANTE-NEUVIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1909.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 149.

A

ANATOMIE.

ASTRONOMIE.

B

BACTÉRIOLOGIE.

BIOLOGIE.

BOTANIQUE.

CHIMIE AGRICOLE.

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MAGNÉTISME.

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

MÉDECINE.

MÉTÉOROLOGIE.

MICROBIOLOGIE.

MINÉRALOGIE.

N

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PÉTROGRAPHIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

PHYSIQUE.

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
44899 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.